Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL



2
Semester

Untuk SMK/MAK Kelas X



HAK CIPTA DAN DISKLAIMER

Penulis	**: Agus Salim**
Editor Materi	**: Supaat**
Editor Bahasa	**:**
Ilustrasi Sampul	**:**
Desain & Ilustrasi Buku	**: PPPPTK BOE Malang**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Rekayasa Teknologi Perkapalan Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi dan Rekayasa, Program Keahlian Rekayasa Teknologi Perkapalan.

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″ TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL KELAS X SEMESTER 2″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″ TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL” ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran ″TEKNIK DASAR KELISTRIKAN KAPAL” kelas X Semester 2 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

DAFTAR ISI







Glosarium

A

aparat (listrik) Lihat definisi radas.

armatur Luminair tanpa lampu, lihat definisi luminair.

arus beban lebih (suatu sirkit) Arus lebih yang terjadi pada sirkit sewaktu tidak ada gangguan listrik. (overload current)

arus bocor a) (pada suatu instalasi)– arus yang dalam keadaan tidak ada gangguan mengalir ke bumi atau ke bagian konduktif lain pada sirkit tersebut;
Catatan:
Arus ini dapat disebabkan adanya komponen kapasitif termasuk yang dihasilkan dari penggunaan kapasitor yang disengaja.(leakage current).
b)arus pada lintas lain yang tidak diinginkan akibat isolasi yang tidak sempurna. (leakage current).

arus bocor bumi Semua arus yang bocor dan arus kapasitif antara suatu penghantar dan bumi.

arus gangguan Arus yang mengalir pada titik tertentu pada jaringan listrik karena gangguan pada jaringan tersebut.
(fault current).

arus hubung pendek a) arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedans yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif (fase) yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya. (short-circuit current).
b) arus lebih karena hubung pendek yang disebabkan oleh gangguan atau hubungan yang salah pada sirkit listrik.
(short-circuit current).
c) arus yang mengalir pada titik jaringan listrik tertentu akibat hubung pendek dengan titik lain pada jaringan tersebut.

arus lebih a) arus dengan nilai melebihi nilai pengenal tertinggi; (overcurrent).
b)setiap arus yang melebihi nilai pengenalnya; pada penghantar nilai pengenalnya adalah Kemampuan Hantar Arus (KHA) penghantar yang bersangkutan.

arus operasi (arus kerja) Nilai arus pada atau nilai tersebut peralatan atau komponen listrik dapat bekerja.

arus pengenal (arus nominal) a)arus operasi yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik.
b) (pada suatu transformator) – arus yang mengalir melalui



	terminal saluran suatu belitan transformator, yang diperoleh dengan membagi daya pengenal oleh tegangan pengenal belitan tersebut dan faktor tegangan kerka (fase) yang tepat.
arus sisa	Jumlah aljabar nilai arus sesaat, yang mengalir melalui semua penghantar aktif (Fase dan netral atau jumlah arus sesaat pda fase R, S dan T) suatu sirkit pada suatu titik instalasi listrik. (residual current).
arus sisa operasi	Arus terkecil yang dapat mengetripkan gawai proteksi arus sisa dalam waktu yang ditentukan.
arus trip (arus bidas)	Arus yang menyebabkan gawai proteksi bekerja.

B

bagian aktif	Penghantar atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk menghantarkan arus pada pemakaian normal; termasuk di dalamnya penghantar netral, tetapi berdasarkan perjanjian (konvensi) tidaktermasuk penghantar PEN. *Catatan:* Bagian aktif ini tidak berarti dapat menyebabkan resiko kejutan listrik.
bagian konduktif	Bagian yang mampu menghantarkan arus walaupun tidak digunakan untuk mengalirkan arus pelayanan (conductive part).
Bagian Konduktif Ekstra (BKE)	bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari instalasi listrik dan tetapi dapat menimbulkan potensial, biasanya potensial bumi (extraneous conductive part).
Bagian Konduktif Luar (BKL)	lihat definisi Bagian Konduktif Ekstra.
Bagian Konduktif Terbuka (BKT)	a) bagian konduktif yang gampang tersentuh dan biasanya tak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan. *Catatan 1:* Bagian Konduktif Terbuka yang khas adalah dinding selungkup gagang operasi, dan lain-lain (exposed conductive part). b)bagian konduktif perlengkapan listrik yang dapat tersentuh dan biasanya tidak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan. *Catatan 2:* Bagian konduktif perlengkapan listrik yang hanya dapat bertegangan dalam kondisi gangguan melalui BKT tidak dianggap sebagai BKT (exposed conductive part).
bahan tahan bakar	bahan yang tidak akan terbakar selama pemakaiannya sesuai dengan tugas yang diperuntukkan baginya; atau tidak akan terus menyala (menjalar) setelah dibakar.
baterai kotak	perlengkapan hubung bagi (PHB) yang terdiri atas beberapa kotak yang umumnya sejenis seperti kotak rel, kotak cabang, kotak pengaman lebur, dan kotak sakelar yang dirakit menjadi satu.

beban lebih	a)Kelebihan beban aktual melebihi beban penuh. *Catatan:* Istilah "beban lebih" (overload) tidak digunakan sebagai sinonim arus lebih. b)Keadaan operasi pada sirkit yang menimbulkan arus lebih, meskipun sirkit itu secara listrik tidak rusak.
beban penuh	Nilai beban tertinggi yang ditetapkan untuk kondisi pengenal operasi (full load).
bumi	Massa konduktif bumi, yang potensial listriknya di setiap titik manapun menurut konvensi sama dengan nol (earth).
C	
celah proteksi	Celah dengan jarak tertentu sehingga, jika terjadi gangguan pada sirkit, akan bekerja sebagai proteksi dengan cara mengalirkan arus melalui celah tersebut, sesuai dengan tingkat proteksi yang dikehendaki.
celah tegangan lebih	celah proteksi yang bekerja sebagai proteksi berdasarkan tegangan lebih tertentu yang terjadi karena gangguan pada sirkit yang bersangkutan.
E	
Ekipotensial	bidang atau garis atau titik-titik yang mempunyai potensial sama disetiap posisi ukurnya.
elektrode batang	elektrode dari pipa logam, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan (ditanam) ke bumi.
elektrode bumi	bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi.
elektrode gradien potensial	elektrode sistem pembumian, yang dipasang khusus untuk menurunkan tegangan langkah.
elektrode pelat	elektrode dari bahan logam pejal atau berlubang, pada umumnya ditanam dalam-dalam.
elektrode pita	elektrode yang dibuat dari penghantar berbentuk pipih, bun dar, atau pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal.
elemen lebur	bagian dari pengaman lebur yang dirancang agar lebur bila pengaman lebur bekerja (fuse-element).
G	
gangguan	a)segala perubahan yang tidak dikehendaki, yang dapat melemahkan kerja normal; b)kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada barang, yang dapat mengakibatkan satu atau beberapa kegagalan, baik pada barang itu sendiri, ataupun pada perlengkapan yang berhubungan dengan barang itu.
gangguan bumi	a)kegagalan isolasi antara penghantar dan bumi atau kerangka. b)gangguan yang disebabkan oleh penghantar yang terhubung

	ke bumi atau karena resistans isolasi ke bumi menjadi lebih kecil daripada nilai tertentu.
gangguan isolasi	cacat pada perlengkapan isolasi , yang dapat mengakibatkan dielektrik tertembus oleh tegangan atau arus abnormal mengalir lewat isolasi.
gangguan permanen	gangguan yang mempengaruhi gawai dan menghalangi kepulihan pelayanan selama belum ada tindak perbaikan atas titik gangguan tersebut.
gawai (listrik)	perlengkapan listrik yang digunakan dalam kaitan dengan, atau sebagai pembantu pada, perlengkapan listrik lain; misalnya termostat, sakelar, atau transformator instrumen.
Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)	gawai yang digunakan sebagai pemutus, yang peka terhadap arus sisa, yang secara otomatis dapat memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya, dalam waktu tertentu bila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu sehingga tegangan sentuh yang melebihi batas dapat dicegah.
Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL)	gawai pemutusan mekanis atau sekumpulan gawai yang dirancang untuk pemicu terbukanya kontak jika terjadi arus lebih mencapai nilai yang diberikan dalam kondisi yang ditentukan.
H	
hubung pendek	hubungan antara dua titik atau lebih dalam suatu sirkit melalui impedans yang sangat kecil mendekati nol (short-circuit).
I	
instansi yang berwenang	instansi yang bertanggung jawab atas pelaksanaan perundang-undangan yang berkaitan dengan inspeksi, verifikasi dan perizinan pemasangan instalasi.
instalasi darurat	instalasi yang digunakan untuk penerangan dan tenaga listrik pada waktu terjadi gangguan pada sistem penyuplai tenaga listrik dan penerangan kondisi normal.
instalasi domestik	instalasi bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal.
instalasi pelanggan	instalasi listrik yang terpasang sesudah meter di rumah atau pada bangunan.
instalasi listrik bangunan	rakitan perlengkapan listrik pada bangunan yang berkaitan satu sama lain, untuk memenuhi tujuan atau maksud tertentu dan memiliki karakteristik terkoordinasi.
instalasi listrik desa	instalasi untuk pembangkitan, pendistribusian, pelayanan, dan pemakaian tenaga listrik di desa.
instalasi listrik pasangan dalam	instalasi listrik yang ditempatkan dalam bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh langsung cuaca.
instalasi listrik pasangan luar	instalasi listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkenai pengaruh langsung cuaca.
instalasi	instalasi yang digunakan selama masa pembangunan,



pembangunan	pemugaran, pembongkaran atau perombakan gedung dengan pengawatan yang khusus untuk penerangan dan tenaga listrik.
instalasi sementara	instalasi listrik yang pemakaiannya ditetapkan untuk suatu tempat tertentu untuk jangka waktu sementara sesuai dengan standar/ketentuan yang berlaku paling lama ***tiga bulan***, dan tidak boleh dipakai di tempat lain.
instrumen	gawai untuk mengukur nilai kuantitas sesuatu yang diamati. (instrument.
isolasi	a) (sebagai bahan) -segala jenis bahan yang dipakai untuk menyekat sesuatu; b) (pada kabel) - bahan yang dipakai untuk menyekat inti penghantar dengan penghantar lain; c) (pada perlengkapan) - sifat dielektrik semua bahan isolasi perlengkapan; d) (sebagai sifat)- segala sifat yang terdapat pada penghantar karena pengisolasian penghantar.
isolasi dasar	isolasi yang diterapkan pada bagian aktif untuk memberikan proteksi dasar terhadap kejut listrik. *Catatan:* ke dalam isolasi dasar tidak termasuk isolasi yang digunakan secara khusus untuk tujuan fungsional (basic insulation).
isolasi diperkuat	isolasi bagian aktif yang berbahaya untuk memproteksi manusia dari kejut listrik dan setara dengan isolasi ganda (reinforced insulation).
isolasi ganda	isolasi yang mencakup isolasi dasar dan isolasi suplemen (double insulation).
isolasi suplemen	isolasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada isolasi dasar agar memberikan proteksi untuk manusia dari kejut listrik jika terjadi kegagalan isolasi (supplementary insulation).
J	
jangkauan tangan	daerah yang dapat dicapai oleh uluran tangan dari tempat berdiri, tanpa menggunakan sarana apapun (arm's reach).
jarak bebas	jarak antara dua bagian konduktif yang sama dengan rentangan tali terpendek antara bagian konduktif tersebut (clearance).
jarak udara	jarak terpendek antara dua bagian aktif diukur melintasi udara.
jaringan listrik	sistem listrik yang terdiri atas penghantar dan perlengkapan listrik yang terhubung satu dengan lainnya, untuk mengalirkan tenaga listrik (electrical network).
K	
kabel berisolasi atau disingkat kabel– rakitan	kabel yang terdiri atas : a)satu inti atau lebih b)selubung individual (jika ada)

	c)pelindung rakitan (jika ada) d)selubung kabel (jika ada). Penghantar yang tidak berisolasi tambahan dapat digolongkan sebagai kabel (insulated cable).
kabel fleksibel	kabel yang disyaratkan untuk mampu melentur pada waktu digunakan, struktur dan bahannya memenuhi persyaratan.
kabel tanah	jenis kabel yang dibuat khusus untuk dipasang di permukaan atau dalam tanah, atau dalam air (underground cable).
keadaan darurat	keadaan yang tidak biasa atau tidak dikehendaki tetapi dapat membahayakan keselamatan manusia dan keamanan bangunan serta isinya, yang ditimbulkan oleh gangguan suplai utama listrik.
kedap	sifat tidak dapat dimasuki sesuatu; misalnya kedap air atau kedap debu.
Kemampuan Hantar Arus (KHA)	arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui batas nilai tertentu (current carrying capacity).
kendali	tindakan dengan maksud tertentu pada atau dalam sistem, untuk memperoleh sasaran tertentu. *Catatan:* Kendali (dapat) termasuk pemantauan (monitoring) dan perlindungan (safe guarding) di samping tindak kendali itu sendiri(control).
kontak tusuk (kotak kontak dan tusuk kontak)	susunan gawai pemberi dan penerima arus yang dapat dipindah-pindahkan, untuk menghubungkan dan memutuskan saluran ke dan dari bagian instalasi. Kontak tusuk meliputi : a)kotak kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai pemberi arus; b)tusuk kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai penerima arus.
Kotak Kontak Biasa (KKB)	kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, tetapi penggunaannya tidak boleh melebihi batas kemampuannya.
Kotak Kontak Khusus (KKK)	kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya mau pun tegangannya.
kotak sambung	kotak pada sambungan kabel yang melindungi isolasi kabel terhadap udara dan air.
L	
lengkapan	gawai yang melakukan tugas kecil atau sampingan sebagai tambahan, yang berhubungan dengan tetapi bukan bagian perlengkapan (accessory).
luminair	unit penerangan yang lengkap, terdiri atas satu lampu atau lebih dengan bagian yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, dan menempatkan, melindungi, serta



menghubungkan lampu ke suplai daya.

P	
panel hubung bagi	perlengkapan hubung bagi yang pada tempat pelayanannya berbentuk suatu panel atau kombinasi panel-panel, terbuat dari bahan konduktif atau tidak konduktif yang dipasang pada suatu rangka yang dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti sakelar, kabel dan rel atau terminal sambung.
Perlengkapan hubung bagi	susunan komponen listrik yang dibatasi dan dibagi-bagi dengan baik menjadi petak-petak yang tersusun mendatar dan tegak dianggap sebagai satu panel hubung bagi.
pemanfaat listrik	perlengkapan yang dimaksudkan untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, misalnya cahaya, panas , tenaga gerak (current-using equipment).
pembebanan intermiten	pembebanan periodik dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit diselingi dengan waktu istirahat (beban nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar mencapai suhu keliling (suhu kamar).
pembebanan singkat	pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai mencapai suhu keliling.
pembumian	sambungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik dengan bumi dengan cara tertentu (earthing).
pemisah	gawai untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban (Isolator).
pemutus sirkit (pemutus tenaga)	sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, mengalirkan dan memutuskan arus pada pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, mengalirkan untuk jangka waktu tertentu dan memutuskan secara otomatis arus pada kondisi sirkit tidak normal, seperti misalnya pada kondisi hubung pendek (circuit-breaker).
pengaman lebur (sekering)	gawai dengan system kerja peleburan satu komponen atau lebih yang dirancang khusus dan sebanding dengan kapasitas arus yang mengalir.
pengedapan (pemakalan)	proses penutupan celah komponen agar mampu menahan masuknya kotoran (sealing).
penghantar aktif	setiap penghantar dari sistem suplai yang mempunyai beda potensial dengan netral atau dengan penghantar yang dibumikan. Dalam sistem yang tidak memiliki titik netral, semua penghantar harus dianggap sebagai penghantar aktif (active conductor).
penghantar bumi	penghantar dengan impedans rendah, yang secara listrik menghubungkan titik yang tertentu pada suatu perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan elektrode bumi (earth conductor) .



penghantar netral (N)	penghantar (berwarna biru) yang dihubungkan pada titik netral sistem dan mampu membantu mengalirkan energi listrik (neutral conductor).
penghantar PEN (nol)	penghantar netral yang dibumikan dengan menggabungkan fungsi sebagai penghantar proteksi dan penghantar netral. Catatan: singkatan PEN dihasilkan dari penggabungan lambang PE untuk penghantar proteksi dan N untuk penghantar netral (PEN conductor.
penghantar pembumian	a)penghantar berimpedans rendah yang dihubungkan ke bumi; b)penghantar proteksi yang menghubungkan terminal pembumi utama atau batang ke elektrode bumi (earthing conductor).
penghantar proteksi (PE)	penghantar untuk proteksi dari arus kejut listrik yang menghubungkan bagian berikut : bagian konduktif terbuka, bagian konduktif ekstra, terminal pembumian utama, elektrode bumi, titik sumber yang dibumikan atau netral buatan (protective conductor).
penyakelaran (switsing)	proses penghubungan atau pemutusan aliran/arus dalam satu sirkit atau lebih (switching).
penyambung berpengedap (berpakal)	penyambung yang menggunakan pengedap yang mampu menghasilkan kedap terhadap zat tertentu.
peranti listrik	barang pemanfaat listrik, biasanya merupakan unit yang sudah lengkap, pada umumnya bukan perlengkapan industri, lazim dibuat dengan ukuran atau jenis yang baku, yang mengubah energi listrik menjadi bentuk lain pemanfaatannya gerak mekanis, panas atau cahaya. Misalnya pemanggang roti, seterika listrik, mesin cuci, pengering rambut, bor genggam, dan penyaman udara (electrical appliance).
perlengkapan genggam	perlengkapan randah (portabel) yang dimaksudkan untuk dipegang dengan tangan dalam kerja normal, motornya, jika ada, merupakan bagian yang menyatu dengan perlengkapan tersebut (hand-held equipment).
Perlengkapan Hubung Bagi dengan atau tanpa kendali (PHB)	suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.
perlengkapan listrik	a)istilah umum yang meliputi bahan, fiting, gawai, peranti, luminair, aparat, mesin, dan lain-lain yang digunakan sebagai bagian dari, atau dalam kaitan dengan, instalasi listrik. b)barang yang digunakan untuk maksud-maksud seperti pembangkitan, pengubahan, transimisi distribusi atau pemanfaatan energi listrik, seperti, mesin, transformator,

	radas, instrumen, gawai proteksi, perlengkapan untuk pengawatan peranti (electrical equipment).
perlengkapan listrik pasangan dalam	perlengkapan listrik yang ditempatkan dalam ruang bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung (indoor electrical equipment) perlengkapan pegun (stasioner). Catatan: Nilai massa tersebut besarnya 18 kg atau lebih menurut standar IEC, jika menyangkut peranti rumah-tangga (stationary equipment).
perlengkapan magun	atau perlengkapan yang tidak mempunyai gagang untuk pegangan, dan yang mempunyai massa cukup besar sehingga tak mudah dipindah-pindah.
perlengkapan portabel (randah)	perlengkapan yang dapat dipindah-pindah ketika bekerja, atau mudah dipindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain dalam keadaan tetap terhubung pada sumber listrik (portable equipment).
PHB cabang	semua PHB yang terletak sesudah PHB utama atau sesudah suatu PHB utama subinstalasi.
PHB utama	PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya ke seluruh instalasi konsumen.
R	
radas (aparat)	perlengkapan listrik yang biasanya terdapat dekat atau di tempat pemanfaatannya, tanpa patokan yang tegas tentang pengertian besar-kecilnya, misalnya generator, motor,transformator, atau pemutus sirkit.
rancangan instalasi listrik	berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.
rel pembumi	batang penghantar tempat menghubungkan beberapa penghantar pembumi.
resistans isolasi lantai dan dinding	resistans antara permukaan lantai atau dinding dan bumi.
resistans elektrode bumi	resistans antara elektrode bumi atau sistem pembumian dan bumi sebagai acuan/referensi.
resistans pembumian	jumlah resistans elektrode bumi dan resistans penghantar pembumi.
resistans pembumian total	a) resistans dari seluruh sistem pembumian yang terukur di suatu titik, b)resistan antara terminal pembumian utama dan bumi (total earthing resistance).
ruang kering	ruang yang biasanya tidak lembab. Ruang yang kelembabannya hanya berlaku sewaktu-waktu, sehingga hampir tidak mempengaruhi mutu isolasi, meskipun kelembabannya itu berlangsung dalam jangka waktu lama,



	digolongkan dalam ruang kering.
ruang kerja kasar	ruang terbuka atau tertutup untuk bermacam-macam pekerjaan kasar.
ruang kerja listrik	ruang khusus yang digunakan untuk pemasangan dan pengusahaan perlengkapan listrik y ang berbahaya dan karena itu ruang itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berpengetahuan tentang teknik listrik.
ruang kerja listrik terkunci	ruang kerja listrik yang hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang.
ruang lembab dan basah	ruang terbuka atau tertutup yang demikian lembab sehingga isolasi yang baik sukar untuk dipertahankan dan resistans isolasi antara badan manusia dan bumi berkurang.
ruang sangat panas	ruang yang suhunya sangat tinggi akibat menurunnya (tidak dapat dipertahankannya) daya sekat bahan isolasi yang lazim digunakan di tempat lain, atau menurunnya resistans listrik tubuh manusia yang berada dalam ruang itu.
ruang uji atau laboratorium listrik	ruang terbuka atau tertutup tempat dilakukan pemeriksaan, pengujian atau percobaan listrik, yang selama berlangsungnya pekerjaan itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang saja.

S

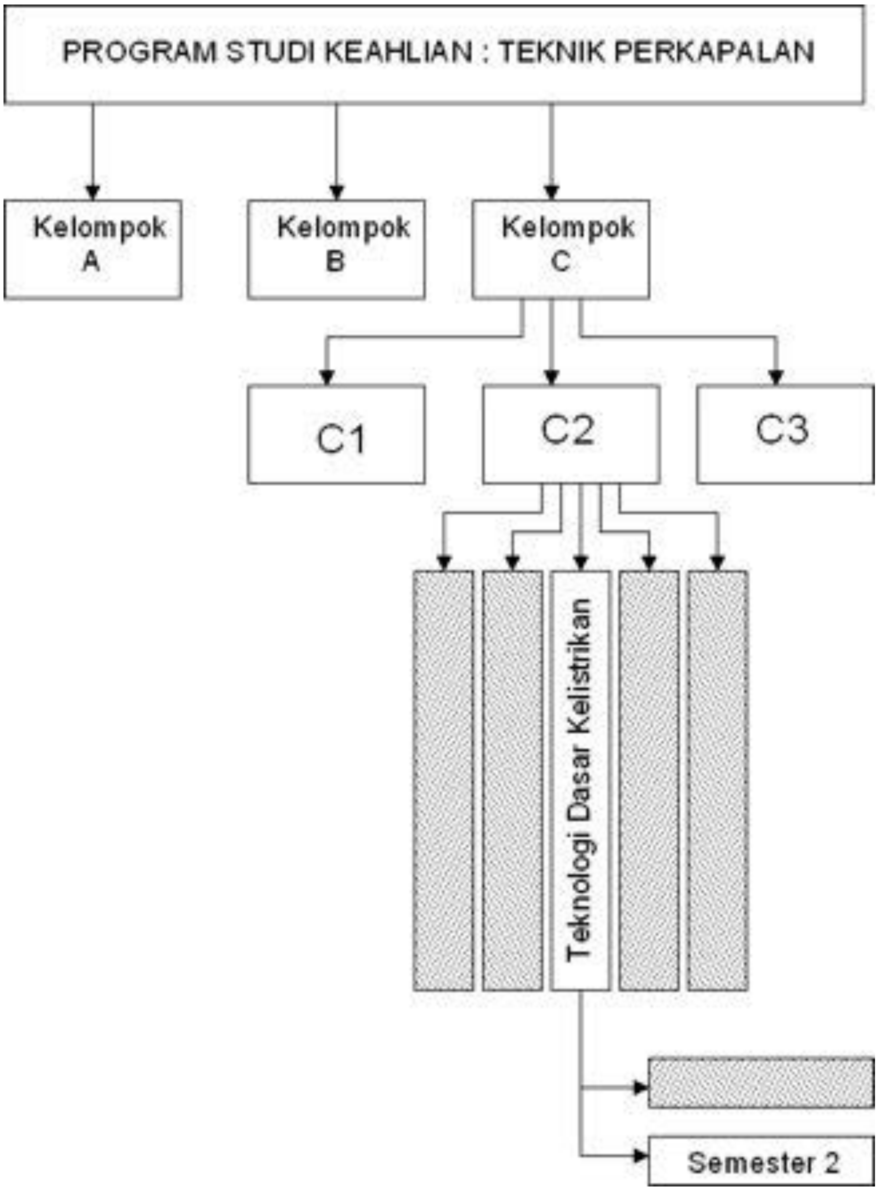
sakelar	gawai untuk menghubungkan dan memutuskan sirkit dan mengubahnya menjadi berbeban atau tidak.
sakelar pemisah	sakelar untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban (disconnector).
sakelar pemisah pengaman	sarana pengamanan untuk memisahkan sirkit perlengkapan listrik dari jaringan sumber dengan menggunakan transformator pemisah atau motor generator, pemisahan dimaksudkan untuk mencegah timbulnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT perlengkapan yang diamankan, bila terjadi kegagalan isolasi dalam perlengkapan tersebut (protective disconnector).
sakelar utama	sakelar masuk dan keluar pada PHB utama instalasi atau PHB utama subinstalasi.
saluran listrik	seperangkat penghantar, isolator dan lengkapan untuk mengalirkan energi antara dua titik suatu jaringan (electrical line).
saluran luar	saluran yang dipasang diatas tanah dan di luar bangunan.
sambungan rumah	saluran listrik yang menghubungkan instalasi pelanggan dan jaringan distribusi.
saluran tegangan rendah	bagian jaringan tegangan rendah tidak termasuk sambungan pelayanan.
saluran transmisi	saluran listrik yang merupakan bagian dari suatu instalasi, biasanya terbatas pada konstruksi udara
saluran utama pelanggan	saluran antara meter atau kotak pelayanan rumah dan PHB utama (consumer's mains).

saluran utama subinstalasi	saluran antara PHB utama dan PHB utama subinstalasi, atau saluran antar PHB utama subinstalasi (subinstallation line).
sentuh langsung	persentuhan manusia atau ternak dengan bagian aktif (direct contact).
sentuh tak langsung	persentuhan manusia atau ternak dengan bagian konduktif terbuka yang bertegangan jika terjadi gangguan (indirect contact).
sirkit akhir	a)sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus sirkit, dan yang menghubungkan titik beban atau pemanfaat listrik. b)sirkit yang terhubung langsung ke perlengkapan pemanfaat arus listrik atau ke kotak kontak (final circuit).
sirkit cabang	sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus tenaga, dan yang menghubungkannya ke PHB lain (branch circuit).
sistem ***IT*** atau sistem Penghantar Pengaman (HP)	sistem yang semua bagian aktifnya tidak dibumikan, atau titik netral dihubungkan ke bumi melalui impedans. BKT instalasi dibumikan secara independen atau kolektif, atau kepembumian sistem.
sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)	sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung, dan BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi.
sistem TT atau sistem Pembumi Pengaman (PP)	sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.
T	
tegangan	klasifikasi sistem tegangan adalah sebagai berikut : a) tegangan ekstra rendah - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 50 Vac. atau 120 Vdc. *Catatan:* Tegangan ekstra rendah ialah sistem tegangan yang aman bagi manusia. b) tegangan rendah (TR) - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 1000 V ac. atau1500 Vdc. c) tegangan di atas 1000 Vac. yang mencakup : 1) tegangan menengah (TM), tegangan lebih dari 1 kV sampai dengan 35 kVac. digunakan khususnya dalam sistem distribusi (medium voltage).
tegangan elektrode	tegangan antara elektrode dan titik acuan yang ditetapkan, biasanya pada katode. *Catatan:* Kecuali jika dinyatakan lain, tegangan elektrode diukur pada terminal yang tersedia.
tegangan	tegangan yang timbul antara dua BKT, atau antara BKT dan



gangguan	bumi sebagai acuan/referensi.
tegangan langkah	bagian tegangan elektrode bumi antara dua titik di permukaan bumi, yang jaraknya sama pada setiap satu langkah biasa (step voltage).
tegangan nominal	a) (pada sistem atau perlengkapan, atau bagian sistem) – nilai tegangan yang lebih kurang sesuai untuk mengidentifikasi sistem atau gawai. *Catatan:* 1 : Nilai-nilai nominal dibakukan (nominal voltage). b) (pada instalasi) – tegangan yang diperuntukkan bagi instalasi atau bagian instalasi. *Catatan:* Tegangan aktual boleh berbeda dari tegangan nominal dengan kuantitas yang dibatasi oleh toleransi (nominal voltage of an instalation).
tegangan pengenal– (suatu perlengkapan atau gawai)	tegangan yang disyaratkan oleh suatu instalasi atau oleh bagian dari padanya. *Catatan:* Tegangan yang sebenarnya boleh berbeda dari tegangan nominal sebesar toleransi yang diizinkan.
tegangan sentuh	tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau dengan serempak. *Catatan:* a) Berdasarkan perjanjian, istilah ini hanya dipakai dalam hubungan dengan proteksi dari sentuh tak langsung. b)Dalam hal tertentu, nilai tegangan sentuh dapat dipengaruhi cukup besar oleh impedans orang yang menyentuh bagian tersebut (touch voltage).
tegangan sentuh prospektif	tegangan sentuh tertinggi yang besar kemungkinan dapat timbul pada kejadian gangguan dengan impedans sangat kecil mendekati nol pada instalasi listrik (prospective touch voltage).
tegangan uji	tegangan yang diberikan kepada suatu objek uji untuk menunjukkan sifat isolasi objek tersebut.
titik beban	titik pada sirkit akhir instalasi untuk dihubungkan dengan beban.
titik lampu	titik beban yang dimaksudkan untuk dihubungkan beban penerangan seperti lampu, luminair atau kabel lampu gantung.

Peta Kompetensi



Pelajaran 1

Peraturan dan sistem jaringan

Kegiatan 1

Aturan dan standar produk

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) peraturan perundangan dan kode praktis pada sistem elektroteknik;
2) definisi tugas dan wewenang;
3) definisi absolut dan persyaratan kualifikasi praktis;
4) mengidentifikasi Indeks protection;
5) mengidentifikasi peraturan dan bahaya instalasi listrik dan penangkal petir;

Peraturan dan tanggungjawab.

Pembangkit listrik seperti yang kita kenal sekarang ini berawal ketika Michael Faraday melakukan percobaan dengan sebuah cincin dikenal pada tahun 1831. Sewaktu melakukan percobaan ini, dalam waktu yang sama banyak percobaan yang sedang dilakukan oleh para fisikawan lain. Sehingga memungkinkan bagi seorang Lord Kelvin dan Sebastian de Ferranti mengambil langkah untuk mempatenkan disain mesin listrik yang telah dibuatnya pada tahun 1882. Desain tersebut akhirnya dinamakan dinamo Ferranti Thompson yang memungkinkan untuk pembangkitan listrik pada skala komersial.
Pada tahun 1887 London Electric Supply Corporation didirikan dengan Ferranti sebagai chief engineer. Ini adalah salah satu dari beberapa stasiun pembangkit listrik swasta nasional di Inggris. Selanjutnya permintaan listrik semakin pesat tetapi semakin banyak dibangun bentuk lain yaitu pembangkit privat, akhirnya pemerintah menyadari bahwa listrik adalah aset nasional yang dapat menghasilkan benefit bagi negara apabila dikelola secara nasional. Pada tahun 1988 Cecil Parkinson, sekretaris negara untuk energi di pemerintahan

Konservatif Inggris mengusulkan denasionalisasi industri penyedia tenaga listrik. Akhirnya kebijakan ini menjadi peraturan dan tanggung jawab para investor pembangkit , transmisi dan distribusi listrik dikembalikan kepada sektor swasta. Dampaknya adalah kualitas pasokan listrik lebih terjamin dengan tingkat persaingan yang kompetitif antar pemasok listrik swasta dan akhirnya harga listrik menjadi lebih murah.

Selama periode pengembangan layanan listrik, pada awalnya desain pemasangan listrik yang tidak baik banyak menyebabkan bangunan yang terbakar oleh api listrik, manusia dan ternak terkena gangguan listrik. Berikutnya perusahaan asuransi yang awalnya menyusun seperangkat aturan dan pedoman praktis yang baik untuk kepentingan mengurangi jumlah klaim yang dibuat atas kejadian kecelakaan listrik. Aturan pertama dibuat oleh American Board of Fire Underwriters dan kemudian diikuti oleh Phoenix Rules pada tahun 1882. Pada tahun yang sama aturan dan peraturan pencegahan resiko kebakaran yang timbul dari penerangan listrik dikeluarkan oleh Institution of Electrical Engineers (IEE) atau lembaga para ahli dibidang rekayasa listrik.

Pada perkembangan peraturan selanjutnya Juni 2008 IEE telah mengeluarkan peraturan edisi ke 17. Industri elektroteknik kini dikendalikan oleh beberapa aturan, peraturan dan standarisasi. Sejumlah peraturan perundang-undangan dan peraturan lain yang berlaku untuk industri elektroteknik. Pada bagian ini kita akan membahas tentang tanggung jawab kita terhadap lingkungan kerja.

Pelaksanaan K3

Undang-undang K3 menyediakan kerangka hukum untuk menstimulasi dan mendorong pedoman standar kualitas tinggi yaitu tentang K3 bagi setiap orang di tempat kerja serta masyarakat luas dari kemungkinan resiko yang dapat timbul di tempat kerja. UU ini merupakan hasil dari rekomendasi yang dibuat oleh Royal Commission pada tahun 1970 tentang resiko gangguan bagi karyawan di tempat kerja. Bahwa penyebab utama kecelakaan kerja adalah sikap apatis para *pimpinan manajemen* dan *semua karyawannya*. Undang-undang baru menempatkan tanggung jawab keselamatan ditempat kerja adalah berada pada kedua fihak.

Perusahaan memiliki tugas untuk merawat keselamatan dan kesehatan karyawan. Untuk melakukan hal ini perusahaan harus memastikan bahwa :

a. kondisi kerja dan standar kebersihan harus sesuai ;
b. pabrik, alat dan peralatan dipelihara dengan baik ;
c. peralatan keselamatan yang diperlukan seperti peralatan pelindung diri dari: debu
   dan asap extractors serta disediakan penjaga mesin;
d. para pekerja dilatih untuk menggunakan peralatan perusahaan dengan aman .

Karyawan memiliki tugas untuk merawat keselamatan dan kesehatan mereka sendiri serta orang lain yang mungkin dapat terpengaruh oleh tindakan diri dan orang lain.

Untuk melakukan hal ini mereka harus:

a. mengambil langkah yang sewajarnya untuk menghindari cedera pada diri sendiri
   atau orang lain sebagai hasil dari aktivitas kerja mereka;
b. bekerja sama dengan perusahaan untuk saling membantu mematuhi persyaratan
   Undang-undang;
c. tidak mengganggu atau penyalahgunaan apapun yang disediakan untuk dapat
   melindungi K3 mereka.

Kegagalan untuk mematuhi undang-undang K3 adalah tindak pidana dan setiap pelanggaran hukum dapat mengakibatkan denda berat, hukuman penjara atau keduanya .

Penyelenggaraan

Adapun kegiatan inspeksi ketenaga listrikan dapat diuraikan seperti berikut:

1. Memeriksa administrasi perusahaan dan pemeriksaan sarana keselamatan instalasi;
2. Melaksanakan inspeksi fisik individual instalasi pembangkit, transmisi, dan distribusi;
3. Mengawasi pelaksanaan pengujian individual instalasi pembangkit;
4. Mengawasi pelaksanaan performance test instalasi pembangkit;

5. Melaksanakan pengukuran kualitas lingkungan pembangkit;

Tabel 1.1. :Logo standarisasi produk Negara

Logo	Negara
SNI	Produk manufaktur, Indonesia
	British Standar
CE	Standar Eropa (Conformité Européenne)

Pelaksanaan inspeksi ketenagalistrikan hanya dapat dilakukan berdasarkan surat perintah/tugas yang ditandatangani oleh ketua inspektur ketenagalistrikan bagi Inspektur ketenaga listrikan pusat atau pimpinan instansi atau pejabat yang ditunjuk bagi Inspektur Ketenagalistrikan Daerah.

Pelaksana Inspektur Ketenagalistrikan (PIK)

1) Inspektur Ketenagalistrikan sebagai tenaga teknis fungsional berkedudukan di unit pelaksanaan Inspeksi Ketenagalistrikan Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral serta Instansi Pemerintah lainnya.
2) Jabatan Fungsional Inspektur Ketenagalistrikan hanya dapat diduduki oleh seseorang yang telah berstatus sebagai Pegawai Negeri Sipil

Adalah Pegawai Negeri Sipil yang diberi tugas, tanggung jawab wewenang dan hak untuk melakukan inspeksi ketenagalistrikan

Tugas Pokok melakukan pengawasan umum meliputi:



a. keselamatan pada keseluruhan sistem
b. penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik;
c. aspek lindungan lingkungan;
d. Pemanfaatan teknologi yang bersih, ramah lingkungan dan berefisiensi tinggi pada pembangkitan tenaga listrik;
e. kompetensi tenaga teknik;
f. keandalan dan keamanan penyediaan tenaga listrik;
g. tercapainya standardisasi dalam bidang ketenagalistrikan.

Hukum dan peraturan harus ditegakkan jika kita ingin keduanya efektif. Sistem pengendalian dibawah undang-undang K3 berasal dari Eksekutif Keselamatan dan Kesehatan (HSE) yang bertugas menegakkan hukum. HSE dibagi menjadi beberapa inspektorat spesialis atau bagian yang beroperasi dari kantor lokal di seluruh indonesia. Dari kantor lokal inspektur mengunjungi tempat-tempat karyawan bekerja. Para inspektur HSE telah diberi kekuasaan luas untuk membantu mereka dalam
penegakan hukum. Mereka dapat:

1 . memasuki rumah tanpa pemberitahuan dan melakukan investigasi, melakukan pengukuran atau foto ;
2 . mengambil pernyataan dari orang ;
3 . memeriksa catatan dan dokumen yang diperlukan oleh undang-undang ;
4 . memberikan informasi dan saran kepada karyawan atau perusahaan tentang keselamatan di tempat kerja ;
5 . menuntut pembongkaran atau penghancuran peralatan apapun, bahan atau zat yang dapat menyebabkan cedera serius ;
6 . mengeluarkan pemberitahuan perbaikan yang akan meminta manajemen perusahaan untuk menempatkan karyawan yang benar dalam jangka waktu tertentu, jika terjadi pelanggaran kecil peraturan perundang-undangan;
7 . mengeluarkan pemberitahuan larangan yang akan meminta manajemen



perusahaan untuk menghentikan segera kegiatan yang mungkin akan mengakibatkan cedera serius sampai situasi tersebut diperbaiki ;

8 . menuntut semua orang yang gagal mematuhi tugas keselamatan mereka, termasuk pengusaha, karyawan, desainer, produsen, pemasok dan pekerja sendiri .

Dokumentasi aman

Dibawah Undang-Undang Kesehatan dan Keselamatan Kerja, perusahaan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa instruksi dan informasi yang memadai diberikan kepada semua karyawan untuk mendorong kesadaran tentang pemahaman, manfaat dan pelaksanaan penjagaan keselamatan. Undang-Undang menginstruksikan seluruh pengusaha untuk menyiapkan fasilitas kesehatan yang ditulis dan pernyataan kebijakan keselamatan untuk diberitahukan pada semua karyawan. Untuk mempromosikan tindakan keselamatan dan kesehatan yang memadai, perusahaan harus membahas bersama dengan perwakilan karyawan yang membidangi tentang keselamatan kerja. Semua tindakan perwakilan keselamatan harus didokumentasikan dan dicatat sebagai bukti bahwa perusahaan menanggapi serius tentang kesehatan dan kebijakan keselamatan untuk karyawannya.

Undang-undang tersebut memberikan proses pidana yang akan diambil terhadap mereka yang tidak memenuhi persyaratan dari peraturan. Di bawah payung perlindungan umum dari undang-undang K3, peraturan lain juga turut berdampak pada siapapun yang bekerja dibidang industri elektroteknik .

Regulasi kerja bidang kelistrikan (Electric Work Regulation EWR)

Peraturan yang dibuat di bawah Kesehatan dan Keselamatan Kerja Undang-Undang tahun 1974, dan ditegakkan oleh Eksekutif Kesehatan dan Keselamatan . Tujuan dari Peraturan ini adalah untuk mendorong tindakan pencegahan yang harus diambil terhadap risiko kematian atau cedera pribadi dari dalam aktivitas kerja listrik.

Semua sistem harus dibangun sehingga dapat mencegah bahaya dan dijaga dengan baik . Setiap aktivitas kerja wajib dilakukan dengan cara yang tidak



menimbulkan bahaya. Dalam hal bekerja darea listrik lebih baik bahwa konduktor isolasi sebelum pekerjaan dimulai.EWR tidak memberi tahu kita secara khusus bagaimana melaksanakan kegiatan pekerjaan dan penerapan peraturan, tetapi jika proses terhadapnya melanggar satu-satunya pembelaan akan diterima untuk membuktikan bahwa semua langkah yang seksama diambil untuk menghindari pelanggaran. Cukup beralasan kontraktor listrik dapat diharapkan memiliki ketekunan dalam melaksanakan segala aturan instalasi yang telah ditetapkan.

Kepedulian (tanggung jawab)

Undang-undang K3 dan peraturan pekerjaan listrik membuat banyak petunjuk kepada perusahaan dan karyawan untuk memiliki kepedulian terhadap keselamatan dan kesehatan orang lain di lingkungan kerja. Dalam konteks ini EWR merujuk kepada seseorang sebagai pemegang tugas. Pernyataan ini diakui sebagai penanggung jawab listrik diharapkan dapat mengambil tuga mereka untuk mengontrol keselamatan listrik di lingkungan kerja.

Setiap orang memiliki kepedulian, tapi tidak semua orang adalah berwenang. Peraturan mengakui beberapa kontrol yang dilakukan oleh seseorang individu pada sistem instalasi listrik secara keseluruhan. Orang yang mengawasi seluruh sistem, peralatan dan jaringannya adalah perusahaan listrik sekaligus sebagai perwakilan di tempat pemegang wewenang pengontrolan. Dia mungkin seorang supervisor atau manajer tetapi ia memiliki tugas kepedulian mengontrol untuk masalah listrik, kesehatan, keselamatan dan lingkungan di lokasi tersebut atas nama perusahaan.

Tugas dimaksud dalam peraturan ini memiliki persyaratan kualifikasi praktis atau absolut. Jika persyaratan regulasi adalah mutlak, maka regulasi harus dipenuhi semuanya terlepas dari biaya atau pertimbangan lainnya. Jika peraturan tersebut sejauh ini hanya pertimbangan praktis, maka risiko, biaya, waktu, masalah dan kesulitan dapat dipertimbangkan.Seringkali ada cara efektif untuk mengurangi risiko tertentu dan mencegah kejadian yang tidak sengaja. Jika peraturan sejauh ini tidak cukup praktis memenuhi syarat, maka harus diasumsikan bahwa regulasi adalah mutlak. Dalam konteks EWR, di mana risiko mati sangat sering

terjadi, maka level tanggungjawab untuk mencegah bahaya akhirnya lebih sering menjadi kewajiban mutlak.

Standarisasi

Merujuk kepada terminologi, Standar adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan termasuk tata cara dan metode yang disusun berdasarkan konsensus semua pihak terkait dengan memperhatikan syarat-syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan hidup, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta pengalaman, perkembangan masa kini maupun masa yang akan datang. Memperhatikan pentingnya standar maka penyusunan standar adalah suatu proses yang dikenal dengan proses Standardisasi. Dilihat dari kegiatannya Standardisasi adalah merupakan serangkaian kegiatan perumusan (termasuk revisi), penetapan dan penerapan standar yang dilaksanakan secara tertib dan teratur serta bekerjasama dengan para stakeholder bidang ketenagalistrikan.

Memperhatikan terminologi diatas, sangat jelas bahwa peran pemerintah dalam standarisasi pada suatu negara sangat kuat. Sejarah standarisasi di Indonesia bisa dikatakan terus berkembang. Dimasa pemerintahan kolonial Belanda standarisasi standar kelistrikan di Indonesia mengacu kepada standar yang berlaku di negeri Belanda, namun di dalam perjalanannya setelah Indonesia merdeka, standar kelistrikan yang diacu di Indonesia semakin beragam dan sangat diwarnai oleh negara asal sumber pendanaan pembangunan instalasi listrik, misalnya tenaga listrik yang digunakan di intalasi penyediaan tenaga listrik di perusahaan minyak dan gas yang dimiliki oleh perusahaan yang berbasis di Amerika serikat frekuensinya adalah 60 Hz, standar peralatan tenaga listrik di Indonesia ada yang mengacu kepada Standar Belanda (VDF), Standar Jepang (JIS) , Standar Inggris (BS) dan Standar IEC *(International Electrotecnical Commission)* .

Secara kronologis sejarah standardisasi dibidang ketenagalistrikan sudah berlangsung lama dimulai dari pembakuan-pembakuan standar peralatan dan instalasi di PT. PLN (Persero) yang dikenal sebagai Standar PLN (SPLN) sebagai pelaksanaan ketentuan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Nomor 023-PRT-1978 tentang Peraturan Instalasi Listrik.

Dalam Undang Undang Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan, Pasal 17 ditetapkan bahwa "Syarat-syarat penyediaan, pengusahaan, pemanfaatan, instalasi, dan standardisasi ketenagalistrikan diatur oleh Pemerintah." Pemerintah dalam hal ini Departemen Pertambangan dan Energi melakukan kegiatan standardisasi yang dikenal dengan Standar Listrik Indonesia (SLI).

Dengan adanya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standardisasi Nasional, maka Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral merupakan salah satu instansi teknis melalui Panitia Teknis mempunyai kewenangan untuk melakukan perumusan Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) Bidang Ketenagalistrikan. Setelah melalui konsensus dari semua pihak yang terkait serta para pemangku kepentingan kemudian RSNI ditetapkan menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI) oleh BSN (Badan Standardisasi Nasional).

Sertifikasi Produk (SNI/SPM)

Sertifikasi produk merupakan salah satu lingkup bisnis PLN Jaser yang lebih dikenal sebagai kegiatan Sistem Pengawasan Mutu (SPM). Kegiatan ini telah dilakukan sejak tahun 1975 pada saat lembaga ini berstatus sebagai Pusat Penyelidikan Masalah Kelistrikan (PPMK). Sistem Pengawasan Mutu dimaksudkan untuk menjaga agar peralatan listrik yang diproduksi/dijual kepada PLN adalah peralatan listrik yang sudah memenuhi persyaratan teknis sebagai sertifikasi pihak kedua sehingga keselamatan umum dapat terjamin.

Logo LMK yang tercetak pada produk-produk peralatan listrik telah diawasi mutunya oleh PLN Jaser dan telah memenuhi persyaratan serta spesifikasi teknis tertentu menurut standar yang berlaku. Selain itu PLN Jaser juga

menerbitkan tanda Standar Nasional Indonesia (SNI) pada produk: Kabel Listrik, Sakelar, Tusuk Kontak, Kotak Kontak dan MCB.

Produk-produk peralatan listrik yang telah tersertifikasi oleh PLN Jaser :

- Kabel Listrik
- Transformator Distribusi
- Transformator Arus (CT) dan Transformator Tegangan (PT)
- Kubikel
- kWh Meter
- Kotak APP
- Pemutus Tenaga Mini
- Konektor
- Isolator
- Tiang Beton Pratekan
- Kabel Listrik SNI-LMK
- Sakelar SNI-LMK
- Tusuk Kontak SNI-LMK
- Kotak Kontak & Kombinasi Kotak Kontak dan Sakelar SNI-LMK
- MCB SNI-LMK

Sesuai dengan peraturan peraturan yang ditetapkan BSN (Badan Standardisasi Nasional), bahwa standar yang berlaku di Indonesia yaitu SNI, maka tahap demi tahap standar ketenagalistrikan yang lainnya akan diajukan ke BSN untuk mendapat persetujuan menjadi SNI.

Gambar 1.1: Simbol standar nasional indonesia

Sasaran utama dalam pelaksanaan standardisasi, adalah meningkatnya ketersediaan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang mampu memenuhi kebutuhan industri dan pekerjaan instalasi guna mendorong daya saing produk dan jasa dalam negeri, secara umum SNI mempunyai manfaat, sebagai berikut:

1) *sisi produsen*

   Kejelasan target kualitas produk yang harus dihasilkan sehingga terjadi kompetisi yang lebih adil;

2) *sisi konsumen*

   Dapat mengetahui kualitas produk yang ditawarkan sehingga dapat melakukan evaluasi baik terhadap kualitas maupun harga;

3) *dari sisi Pemerintah*

   Dapat melindungi produsen dalam negeri dari produk-produk luar yang murah tapi tidak terjamin kualitas maupun keamanannya, dan meningkatkan keunggulan kompetitif produk dalam negeri di pasaran internasional.

Untuk lebih meningkatkan perlindungan terhadap produk dan jasa dalam negeri, perlindungan konsumen terutama ditinjau dari sisi keselamatan, keamanan, kesehatan masyarakat atau pelestarian fungsi lingkungan hidup dan atau pertimbangan ekonomis di bidang ketenagalistrikan, Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat diberlakukan sebagai standar wajib oleh instansi teknis (dalam bidang ketenagalistrikan yaitu Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral c.q. Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi) baik sebagian atau keseluruhan spesifikasi teknis dan atau parameter yang ada dalam Standar Nasional Indonesia.

Sebagai pelaksanaan ketentuan UU Nomor 15 Tahun 1985 pasal 17, pemerintah telah menetapkan peraturan pemerintah nomor 10 tahun 1989 tentang penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik yang telah dirubah beberapa kali dan terakhir dengan PP Nomor 26 Tahun 2006 dimana dalam pasal 24 ditetapkan bahwa menteri menetapkan standar ketenagalistrikan Indonesia berdasarkan persetujuan Badan Standardisasi Nasional.
Sebagai pelaksanaan aturan tersebut diatas telah ditetapkan pula satu peraturan Menteri Nomor 0027 Tahun 2005 tentang T*ata Cara Pembubuhan Tanda SNI* dan *tanda keselamatan*. Terkait dengan pemberlakuan SNI sebagai sebagai acuan teknis wajib, menteri Energi dan Sumber Daya Mineral telah menetapkan beberapa SNI sebagai acuan wajib bagi produk peralatan dan peranti, yaitu:

- PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000)
- Frekuensi standar
- Tanda Keselamatan "S"



Gambar 1.2.: Stiker jaminan keamanan

- Keselamatan pemanfaat tenaga listrik untuk rumah tangga dan sejenisnya
- Pemutus sirkit untuk arus lebih (MCB)
- Sakelar
- Tusuk kontak dan kotak kontak
- Kipas angin

Sambungan jaringan listrik

Lembaga yang melayani urusan sambungan jaringan listrik bertanggungjawab mengenai disain, pemilihan, pemasangan, inspeksi dan pengujian instalasi listrik, baik permanen atau sementara di dan sekitar bangunan umum serta lainnya. Peraturan instalasi listrik merupakan aturan non-hukum. Namun, mereka dapat digunakan didalam pengadilan hukum untuk mengklaim terhadap kepatuhan dalam memenuhi persyaratan hukum. Peraturan pengkabelan hanya berlaku untuk instalasi listrik yang beroperasi pada tegangan rendah dibawah 1000 Vac.

Adapun instalasi listrik diantaranya pada:

a. tempat tinggal domestik

b. bangunan komersial

c. industri

d. pertanian atau hortikultura

e. karavan dan areanya (dinegara dengan 4 musim)

f. lokasi proyek pembangunan dan situasi temporer lainnya.

Tidak berlaku untuk instalasi listrik di area tambang dan penggalian dimana diberlakukan peraturan khusus karena kondisi buruk yang kemungkinan akan terjadi atau dialami disana. Bagian tertentu pada peraturan khusus ini dimungkinkan dapat berdampak pada semua aspek keselamatan listrik pada bangunan, sehingga harus benar-banar diperhatikan tentang:

a. pemilihan dan pemasangan peralatan

b. isolasi dan pensaklaran (switsing)

c. inspeksi dan pengujian

d. perlindungan terhadap gangguan atau kecelakaan kebakaran dan efek thermal

e. proteksi terhadap sengatan listrik

f. perlindungan terhadap arus

g. instalasi khusus

Pengawasan umum kesesuaian terhadap standar
Permen ESDM No. 0027 Tahun 2005 tentang tatacara pembubuhan tanda SNI dan tanda keselamatan berlaku untuk:

- *Sertifikasi Peralatan Tenaga Listrik*
- *Sertifikasi Pemanfaat Tenaga Listrik*

Dengan sertifikasi bidang peralatan serta pemanfaat tenaga listrik tersebut maka berlaku peraturan atau ketentuan terkait seperti berikut:

A. Permen ESDM No. 0045 Tahun 2005 dan perubahannya

- *Sertifikasi Instalasi Penyediaan Tenaga Listrik:*

a) Instalasi Pembangkit Tenaga Listrik

b) Instalasi Transmisi Tenaga Listrik

c) Instalasi Distribusi Tenaga Listrik

- *Sertifikasi Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik:*

    a) Instalasi Pelanggan Tegangan Tinggi

    b) Instalasi Pelanggan Tegangan Menengah

B. Instalasi Pelanggan Tegangan Rendah
SK Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi No. 1898/40/600.4/2001 tgl 21 Maret 2001 tentang Tata Cara Sertifikasi Tenaga Teknik Ketenagalistrikan

C. Sertifikasi Tenaga Teknik
Tugas pokok melakukan pengawasan umum meliputi:
1) keselamatan pada keseluruhan sistem
2) penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik;
3) aspek lindungan lingkungan;
4) pemanfaatan teknologi yang bersih, ramah lingkungan dan berefisiensi tinggi pada pembangkitan tenaga listrik;
5) kompetensi tenaga teknik;
6) keandalan dan keamanan penyediaan tenaga listrik;
7) tercapainya standardisasi dalam bidang ketenagalistrikan.

Standar produk

Sebagai contoh barang produksi yang diuji dengan spesifikasi tertentu dan produk tersebut akan diperdagangkan dan digunakan dapat ditetapkan oleh negara lain seperti misalnya oleh British Standards Institution (BSI) adalah hanya cocok untuk negara Inggris. Demikian pula dengan di Indonesia, SNI adalah lembaga yang berwenang untuk standarisasi produk barang listrik yang akan dipasang. Tampaknya hampir semua sektor sudah mulai memperhatikan label SNI hingga kini. Sesuai dengan kasus adanya kecelakaan akibat dari kualitas barang dan jaminan keamanan kurang mendapat perhatian serius. Namun, ketika menetapkan atau memasang peralatan, disainer listrik atau kontraktor harus memastikan bahwa bahan-bahan yang digunakan cocok sesuai

tujuan seperti yang telah mereka tawarkan tingkat keamanannya dan hanya menggunakan peralatan yang yang telah memenuhi standar.
Ini berarti bahwa standar produk pada satu negara harus juga diselaraskan dengan kesepakatan dengan negara tetangga atau kewilayahan regional ataupun internasional. Standar Eropa, standar ini berlaku untuk semua negara masyarakat ekonomi Eropa *MEE*, misalnya: BS EN 60898 : 1991 adalah standar Inggris dan Eropa untuk pemutus sirkit untuk MCB dibentuk dan diterbitkan pada tahun 1991. BSI telah menciptakan dua tanda penting keselamatan, tanda BSI layang-layang. BSI dengan logo layang-layang adalah merupakan jaminan produk bahwa bila satu produk memiliki label ini dikategorikan dibawah sistem pengawasan, kontrol dan pengujian yang hanya dapat digunakan oleh produsen yang telah diberi lisensi. Selain itu, produk tidak selalu telah dijamin keselamatan kecuali jika negara menetapkan persyaratan keselamatan. Di Indonesia tanda keselamatan telah dimulai untuk pemanfaat tenaga listrik pada rumah tangga dan sejenisnya. Sedangkan untuk BSI tanda keselamatan berlaku untuk jaminan produk listrik, mekanik dan keamanan thermal.

Ini tidak menjamin kinerja produk.

Tanda ***CE*** (tabel 1.1.) bukanlah tanda kualitas, namun indikasi yang diberikan oleh produsen atau importir bahwa produk atau sistem telah memenuhi persyaratan keamanan komisi Eropa dan oleh karena itu dapat dianggap aman untuk digunakan diwilayah tersebut. Tanda diterapkan oleh produsen setelah melaksanakan tes atau uji kualitas dan keamanan yang sesuai untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan yang terkait dan telah ditetapkan.
Tanda ***CE*** memberikan produsen hak untuk menjual produk disemua negara wilayah ekonomi Eropa. Semua produk listrik yang digunakan oleh kontraktor listrik setelah 1 Januari 1997 harus menanggung tanda ***CE***. Bagaimana di Indonesia?



Indeks Proteksi (IP)

Selanjutnya peraturan tentang isolasi dan penahan (selungkup) yang telah dipasang untuk mencegah terjadinya kontak langsung dengan bagian aktif, selungkup atau penahan harus mampu melindungi proteksi tidak kurang dari *IP2x* dan *IP4x.* Apa artinya kode ini apa?

Indeks Proteksi adalah kode yang memberikan pada kita tentang tingkat katahanan atau kesesuaian peralatan dengan kondisi lingkungan dimana ia dapat digunakan. Pengujian yang telah dilakukan untuk berbagai tingkat proteksi diberikan dalam menggunakan kode tulisan IP (Indeks Protection) diikuti oleh nomor dua digit. Misalnya: *IP xx*, artinya digit *pertama* memberikan tingkat proteksi terhadap penetrasi *benda padat* kedalam selungkup atau ruang didalam.

Tabel 1.2.: Kode Indek Proteksi

Angka pertama Pengaman terhadap benda asing		Angka kedua Pengaman terhadap kemasukan air	
0	Tidak diamankan	0	Tidak diamankan
1	Benda ukuran >50 mm. misal: tangan	1	Tahan terhadap tetesan air vertikal
2	Benda ukuran >12 mm. misal: jari	2	Tahan terhadap tetesan air miring 15 derajat
3	Benda ukuran >2,5 mm. misal: inti kabel	3	Tahan terhadap semprotan air miring 60 derajat
4	Benda ukuran >1,0 mm. misal: kawat, pasir	4	Tahan terhadap pancaran segala arah
5	Debu masih dapat masuk	5	Tahan terhadap pancaran arah terfokus
6	Debu tidak ada jalan masuk	6	Tahan terhadap pancaran tekanan tinggi
		7	Tahan terhadap rendaman sedalam 150 mm-1 meter
		8	Tahan terhadap rendaman



Digit *kedua* yaitu memberikan tingkat perlindungan terhadap *penetrasi air*. Sebagai contoh, sebuah peralatan diklasifikasikan sebagai *IP 45* akan memiliki kemampuan untuk menahan terhadap benda ukuran > 1 mm atau batang baja kaku dengan diameter > 1 mm serta kemampuan menahan terjadinya kontak dengan bagian aktif dan perlidungan terhadap masuknya air dari pancaran atau semprotan jet air dari segala arah.

Dimana tingkat proteksi tidak ditentukan, nomor diganti dengan *X* saja yang berarti bahwa tingkat proteksi tidak ditentukan meskipun beberapa perlindungan dapat diberikan. Simbol *X* yang digunakan bukan 0 karena 0 akan menunjukkan bahwa tidak ada perlindungan yang diberikan. Indeks kode proteksi sesuai dengan table

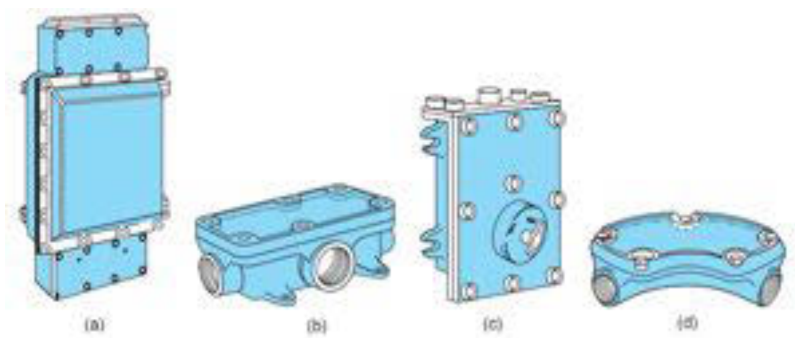
Area berbahaya

Sejak munculnya banyak standar nasional dan internasional dengan berbagai kode praktis yang telah diterbitkan untuk menginformasikan tentang spesifikasi produk, pemasangan dan pemeliharaan peralatan listrik pada semua area berbahaya. Salah satunya adalah British Standards telah mempedulikan untuk ikut mengingatkan adanya daerah berbahaya yaitu dengan pertama kali pada tahun 1920 menerbitkan aturan keamanan dengan adanya koneksi peralatan listrik pada area industri pertambangan. Mereka mendefinisikan tentang area berbahaya, yaitu setiap ada tempat dimana sebuah atmosfir ledakan dapat terjadi dalam kuantitas tertentu sangat mengganggu sehingga diperlukan tindakan pencegahan khusus untuk melindungi keselamatan para pekerja. Jelas peraturan ini ditujukan tidak hanya untuk wilayah kerja industri minyak bumi saja tetapi juga berlaku untuk stasiun pengisian bensin atau bahan bakar.

Kebanyakan cairan akan mudah terbakar dan saat membentuk campuran antara batas konsentrasi tertentu akan menimbulkan ledakan. Diatas dan dibawah tingkat konsentrasi campuran tertentu minyak tidak akan meledak. Suhu terendah uap yang diberikan oleh bahan cukup mudah terbakar dan akan membentuk ledakan gas. Campuran udara yang disebut *flashpoin*t yaitu cairan yang aman pada suhu normal dan memerlukan pertimbangan khusus jika akan dipanaskan sampai titik nyala. Suatu daerah dimana sebuah gas akan meledak,

jika ada campuran udara maka area tersebut disebut daerah berbahaya dan setiap alat listrik atau peralatan yang dipasang didaerah berbahaya harus diklasifikasikan sebagai bahan tahan api.

Peralatan listrik dibuat harus tahan terhadap api sehingga dapat menahan adanya ledakan internal gas, peralatan listrik yang bersertifikat akan mampu mencegah jilatan api atau bara api akibat ledakan telah bocor keluar sehingga memicu suasana sekitarnya . Hal ini dapat dicapai dengan peralatan manufaktur tahan api dengan standar konstruksi harus kuat. Semua akses dan titik koneksi mesin yang dapat meredam bara api dibagian diseluruh bagian. Sepenjang permukaannya kuat dan terikat dengan banyak baut yang tersembunyi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.3. mulai dari (a) sampai (d).



Gambar 1.3.: Pengepas tahan ledakan: (a) PHB; (b) Dos sambung;

(c) Sakelar dua kutub dan (d) Suku siku pengontrol.

Sistem kabel yang dipasang didaerah berbahaya harus menggunakan fitting tahan api dengan metode seperti:

- menggunakan kabel berselubung PVC dengan menggunakan pipa baja sehingga saat menarik kabel isolasi tidak luka oleh ujung pipa atau logam lainnya.

- kabel berisolasi mineral ujungnya diberi aksesoris tahan api. Dan dimana kabel diletakkan di bawah tanah, maka harus dilindungi oleh selubung PVC dan diletakkan pada kedalaman tidak kurang dari 500 mm.
- kabel isilasi dan berselubung PVC dan berlapis baja ujung-ujungnya diberi aksesoris tahan api atau sistem kabel lain yang disetujui oleh yang berwenang. Semua perangkat tahan api yang bersertifikat akan ditandai dengan *Ex* atau explotion (tahan ledakan) artinya bahwa peralatan tersebut cocok untuk situasi yang berpotensi meledak atau kode EEX yaitu peralatan dimana telah disertifikasi oleh standar Eropa.

  EEX EUROPEAN ENERGY EXCHANGE

  Semua peralatan yang digunakan pada instalasi tahan api harus bertanda sesuai dengan kondisi lingkungan kerja.

Instalasi yang rawan terbakar dan mudah meledak mudah ditemukan diarea minyak bumi dan industri kimia yang kemudian diklasifikasikan sebagai industri kelompok II. Pertambangan diklasifikasikan sebagai kelompok I dan telah menjadi pertimbangan khusus dari peraturan pertambangan karena ekstrim bahaya bila bekerja di bawah tanah. Pengisian pompa bensin harus ditransfer dan dikendalikan oleh peralatan tahan api untuk memenuhi persyaratan perizinan tentang eksplorasi minyak.

Klasifikasi daerah berbahaya

Menurut standar di Inggris risiko yang terkait dengan gas yang mudah terbakar dan uap dibagi menjadi tiga kelas atau zona.

- *Zona 0* adalah yang paling berbahaya dan didefinisikan sebagai zona atau daerah dimana gas akan meledak karena bercampur dengan udara secara terus menerus dalam waktu yang lama (Periode panjang biasanya diartikan bahwa campuran udara dan gas akan terjadi selama lebih dari 1000 jam per tahun.)



Gambar 1.4.: Tanda peralatan tahan ledakan.

- Zona 1 adalah area dimana rawan terhadap sebuah ledakan gas. Campuran udara mungkin akan terjadi saat operasi. (Ini biasanya diartikan bahwa campuran udara gas akan hadir hingga 1000 jam per tahun.)
- Zona 2 adalah area dimana rawan terhadap sebuah ledakan gas. Campuran udara tidak mungkin terjadi saat operasi normal dan jika hal itu terjadi akan membutuhkan waktu beberapa saat (Ini biasanya diartikan bahwa gas atau Campuran udara akan hadir selama kurang dari 10 jam per tahun).

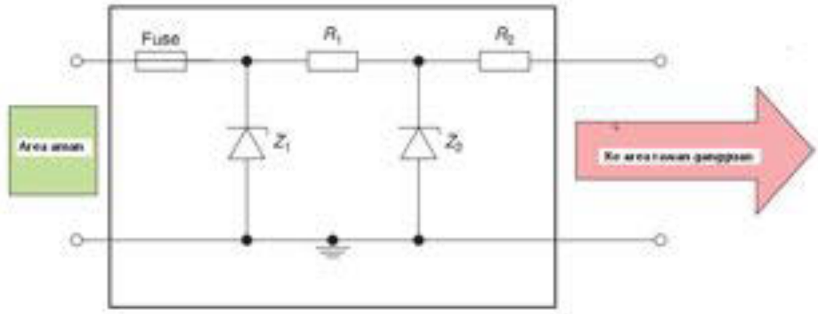
Jika suatu daerah tidak diklasifikasikan sebagai *zona 0 , 1 atau 2,* maka daerah itu dianggap tidak berbahaya sehingga industri dapat menggunakan peralatan listrik biasa. Peralatan listrik yang digunakan pada *zona 2* minimum akan memiliki sejumlah perlindungan. Misalnya, soket biasa dan sakelar tidak dapat dipasang pada area zone 2 ini, tetapi bila konstruksi dapat berisi minyak radiator maka peralatan listrik dapat diinstal jika langsung terhubung dan dikendalikan dari luar area. Peralatan listrik yang dipakai dalam hal ini harus ditandai Ex , 0 , untuk rendaman dengan minyak atau Ex , p , untuk redaman dengan powder.

Pada zona 1 semua peralatan listrik harus tahan api, seperti ditunjukkan, dan ditandai dengan symbol Ex ‘ d ‘ untuk menunjukkan rumah atau selungkup tahan terhadap api. Peralatan listrik biasa tidak dapat dipasang di *zona 0*, bahkan ketika dilindungi terhadap api. Namun, banyak pabrik kimia dan pengolahan minyak sepenuhnya tergantung pada instrumentasi dan transmisi data untuk operasi yang aman bagi mereka. Oleh karena itu, instrumentasi dan sirkit transmisi data dengan daya sangat rendah dapat digunakan dalam keadaan khusus, tetapi harus dilengkapi dengan perintah yang aman dan digunakan

hubungannya dengan keselamatan dan penghalang dipasang diluar daerah berbahaya. Peralatan yang pada hakekatnya *aman* (save) harus ditandai Ex besar-besaran atau Ex ‘s’ disertifikasi khusus untuk digunakan pada *zona 0*.

Keselamatan intrinsik

Didefinisikan sebagai sirkit yang hakekatnya aman karena: tidak adanya percikan atau efek termal yang mampu sebagai pemicu pengapian eksplosif. Keselamatan intrinsik peralatan pada area berbahaya dapat dihindari dengan memasukkan dioda Zener sebagai penghalang keamanan kedalam sirkit kontrol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.5. Dalam operasi normal, tegangan pada sistem intrinsik akan aman, cocok untuk digunakan pada *zona 0*, dimana semua peralatan, alat dan interkoneksi kabel dan sirkit aman secara intrinsik.



Gambar 1.5.: Zener sebagai peredam.

Jika dioda zener terlalu rendah untuk melakukannya, maka, jika terjadi kesalahan tegangan Z1 dan Z2 akan naik dan akan memutuskan sekering pengaman. Z2 sebagai rangkaian back-up jika dalam kasus pertama zener dioda gagal.

Sistem proteksi petir

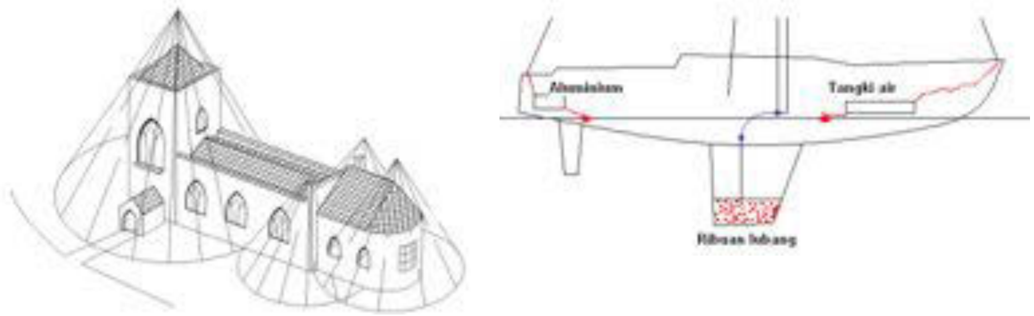
Banyak bangunan peninggalan sejarah atau bangunan tinggi seperti gereja, Candi, Masjid hingga kini telah dilengkapi dengan sistem proteksi petir untuk melindungi bangunan serta orang-orang yang menggunakannya akibat dari sambaran petir pada bangunan.

Rata-rata saat arus petir berada sekitar 20.000 A dan ini adalah energy yang

dapat menghancurkan struktur bangunan atau apa saja. Sistem perlindungan petir telah menawarkan alternatif agar sambaran petir dapat mengalir pada jalur yang mempunyai resitansi terendah dari penghantar listrik terhadap massa bumi. Sistem tersebut memiliki tiga bagian utama yaitu:

a. Spitze, bagian ujung tembaga tajam atau lancip ;
b. sistem penghantar bawah terbuat tembaga strip yang kuat ;
c. terminal pembumian, menyediakan koneksi yang solid dan handal dengan massa umum bumi sehingga energi yang membahayakan dapat mengalir dalam tanah.

Bangunan menerima zona perlindungan dari sambaran petir berbentuk kerucut , mulai dari titik tertinggi dari terminal udara dari sistem penangkal petir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6.: Zona perlindungan bangunan dari terminasi udara dan saluran penangkal petir pada ballast berlubang.

Sistem penangkal petir dalam bangunan ataupun konstruksi kapal sangat penting dan jelas kebutuhannya bagi kontraktor listrik untuk disain pengaman bangunan atau konstruksi agar mematuhi peraturan yang relevan dengan instalasi. Bahwa cara pengerjaan yang baik oleh orang yang kompeten dengan menggunakan bahan yang tepat sangat penting untuk memenuhi peraturan. Dalam rangka untuk mencoba memastikan bahwa semua pekerjaan instalasi listrik telah memenuhi standar minimum terpenuhi maka instalasi tersebut harus diperiksa oleh yang berwenang (Konsuil untuk di Indonesia) dan hasilnya adalah untuk memberikan keyakinan pada konsumen perlindungan terhadap peralatan

rusak, tidak aman atau instalasi listrik cacat. Tren yang akan datang inspektorat akan menjamin standar minimum pekerjaan diantara para kontraktor listrik anggota asosiasi diakui, diterima dan kompeten untuk melaksanakan pekerjaan instalasi listrik sesuai standar yang diakui .

Lingkungan kerja yang aman

Beberapa undang-undang dan peraturan yang mempengaruhi lingkungan kerja. Sesuai dengan rambu keselamatan, APD dan bagaimana mengenali prosedur menggunakan berbagai jenis alat pemadam kebakaran. Struktur organisasi perusahaan, industri elektroteknik dan cara-cara dimana mereka mengkomunikasikan informasi menggunakan gambar, simbol dan bentuk standar telah dibahas pada bab sebelumnya .

Jika seseorang telah sukses berkarir di industri elektroteknik maka akan menikmati dlam bekerja, bahagia dan yang aman. Maka siapapun harus selalu berperilaku secara bertanggung jawab dan bijaksana dalam rangka memelihara lingkungan kerja yang aman. Sebelum mulai bekerja, membuat keselamatan Lingkungan kerja yang aman, kita lihat beberapa undang-undang dan peraturan yang mempengaruhi lingkungan kerja. Dalam bab lain telah dibahas tentang resiko, pencegahan dan prosedur, kita melihat penyebab umum kecelakaan di tempat kerja.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1 . Berikut Peraturan perundang-undangan yang relevan dengan instalasi listrik :

a . UU K3 tahun 1974

b . BSI logo

c . Peraturan Kerja Listrik 1989

d . Peraturan IEE BS 7671 : 2008.

2 . Identifikasi peraturan non-hukum dari daftar berikut ini yang berdampak pada sistem kerja di area listrik :

a . Kesehatan dan Keselamatan Kerja Act 1974

b . Listrik pada Peraturan Kerja 1989

c . Peraturan IEE BS 7671 : 2008

d . th BSI Kite Keselamatan Mark .

3 . Identifikasi jenis instalasi listrik yang berlaku sesuai PUIL dibawah :

a . rumah domestik

b . lokasi konstruksi

c . tambang

d . taman karavan .

4 . Setiap area dimana gas akan bercampur dengan udara, maka dapat menyebabkan terjadinya ledakan adalah salah satu definisi :

a . Indeks perlindungan

b . titik nyala

c . intrinsik aman

d . daerah berbahaya .

5 . Suhu terendah dimana uap yang diberikan mudah terbakar substansinya cukup untuk membentuk meledakan gas adalah merupakan salah satu definisi :



a . Indeks perlindungan

b . titik nyala

c . intrinsik aman

d . daerah berbahaya .

6. Sebuah sirkit dimana tidak ada percikan atau efek termal mampu menyebabkan pengapian ledakan yang diberikan kita disebut:

a. Indeks perlindungan

b. Flashpoint

c. Intrinsik saf

d. Daerah berbahaya.

7. Orang yang mewakili perusahaan dan bertanggung jawab untuk keselamatan listrik di lingkungan kerja disebut:

a. Pengawas

b. Perawatan

c. Penanggung jawab

d. Orang yang kompeten.

8. Semua orang di tempat kerja memiliki tanggung jawab untuk keamanan:

a. Firstaid

b. Slip, perjalanan dan jatuh

c. Maintenance alat dan peralatan

d. Perawat.

9. Jika di peraturan kerja listrik harus dipenuhi terlepas dari biaya kita katakan itu adalah:

a. Penting

b. Praktis tidak mungkin

c. Cukup praktis

d. Mutlak.

10. Jika di peraturan kerja listrik harus bertemu tetapi waktu, masalah dan kesulitan menjadi pertimbangan kita katakan itu adalah:

a. Penting



b. Praktis tidak mungkin

c. Cukup praktis

d. Mutlak.

Tugas:
1. Temukan logo SNI pada komponen yang ada disekitarmu. 2. Temukan informasi yang lengkap tentang K3 (gunakan media elektronik) 3. Carilah atau amatilah minimal satu contoh komponen listrik yang ada simbolnya Ex atau EEx.

Pembelajaran 1

Peraturan dan sistem jaringan

Kegiatan 2

Sistem jaringan bangunan dan sistem pembebanan

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menjelaskan susunan pentanahan pada sistem pasokan listrik
2) menyatakan jenis instalasi listrik, komponen dan fungsi
3) menyatakan jenis selungkup dan faktor-faktor penentu sistem pengawatan
4) menyatakan persyaratan khusus yang dibutuhkan untuk:
    a) kamar mandi atau shower
    b) bangunan dan area pembongkaran
    c) pembibitan pertanian dan hortikultura
    d) area camping dan pasar malam
5) menjelaskan perangkat pemasangan pada permukaan.
6) menentukan ukuran penampang kabel

Sistem pasokan listrik

Pada tahun 80-an sistem suplai tegangan rendah yang disambung pada saluran konsumen atau perumahan adalah 127 V untuk jaringan satu fase dan tegangan 220 V untuk jaringan tiga fase. Dengan pertimbangan teknis dan ekonomis operasi tegangan kerja tersebut kemudian berangsur-asur hingga hari ini dinaikan menjadi 380 V untuk pasokan tiga fase dan 220 V untuk pasokan fase tunggal. Selanjutnya juga telah diubah beberapa kemungkinkan berbagai

vareasi baru yang dinyatakan sebagai tegangan kerja nominal untuk berbagai kebutuhan. Dengan demikian beban lampu , solder listrik dan mesin maupun alat rumah tangga listrik yang diperdagangkan menyesuaikan dengan pasokan listrik dari PLN. Berbagai macam produk telah melayani kebutuhan masyarakat, namun hal penting yang menjadi perhatian adalah adanya toleransi tegangan kerja harus mempunyai batas yang wajar dan tetap menguntungkan untuk berbagai fihak. Toleransi tegangan kerja maksimum yang diijinkan adalah 6 % hingga 10 % dari tegangan nominal. IEC membatasi toleransi dengan 7 %. Sehingga rentang tegangan yang diberikan 204,6 - 235,3 V untuk tegangan nominal 220 V dan rentang 353,4 - 406,6 V untuk tegangan nominal 380 V. Selanjutnya diusulkan bahwa tingkat toleransi yang kita pakai sebesar 10 % dari tegangan nominal. Seperti halnya pada negara-negara uni Eropa, masing-masing saling menyesuaikan tegangan untuk mematuhi terhadap kesepakatan tegangan kerja nominal 230 V untuk fase tunggal dan 400 V untuk tegangan kerja tiga fase. Pasokan listrik khusus pada instalasi konsumen domestik, komersial atau industri kecil biasanya hantaran saluran masuk menggunakan jenis pengaman lebur kapasitas maksimum hingga 100 A. Nilai gangguan terburuk dari rangkaian gangguan eksternal pada impedansi pembumian konsumen instalasi domestik adalah:

- 0.8 Ω kabel berselubung sebagai perlengkapan pembumian (sistem TN-S)
- 0,35 Ω persediaan untuk pelindung beberapa pembumian (sistem TN - CS)
- 21,0 Ω tidak termasuk elektroda pembumian konsumen, tidak disediakan pembumian (sistem TT).

Nilai ganguan terburuk akan menjadi maksimum, jika nilai arus hubung pendek prospektif adalah hingga 16 kA yang terjadi pada terminal pasokan. Item lain peralatan yang disediakan adalah unit alat ukur energi pada distribusi konsumen, dipasang juga pengaman rangkaian akhir dan perlengkapan pembumian instalasi.

Sebuah sistem pembumian yang efektif dan efisien adalah penting untuk membantu kemungkinan perangkat pengaman beroperasi. Batas nilai impedansi rangkaian gangguan pembumian dengan cara pemasangan hantaran



pembumian pada sistem pasokan harus memenuhi persyaratan yang ditentukan. Lima sistem jaringan akan dijelaskan, tetapi hanya sistem TN-S , TN-C-S dan TT saja karena ketiganya adalah cocok untuk persediaan untuk konsumen masyarakat. Suatu sistem yang disambung pada pasokan instalasi listrik, dan sistem dapat diklasifikasikan berdasarkan tujuan pemakaian.

Pembumian pasokan

Susunan pembumian pasokan ditandai dengan huruf ***pertama***, di mana ***T*** adalah satu atau lebih titik pasokan langsung terhubung pada terminal pembumian atau maksudnya adalah pasokan listrik tidak dibumikan atau hanya satu titik yang dibumikan melalui impedansi pembatas kesalahan.

Pembumian instalasi

Pemasangan pembumian instalasi ditandai dengan ***huruf kedua***, di mana T berarti bagian konduktif yang terhubung langsung ke bumi dan N berarti bagian konduktif terbuka yang dihubung langsung ke titik pembumian sumber pasokan listrik.

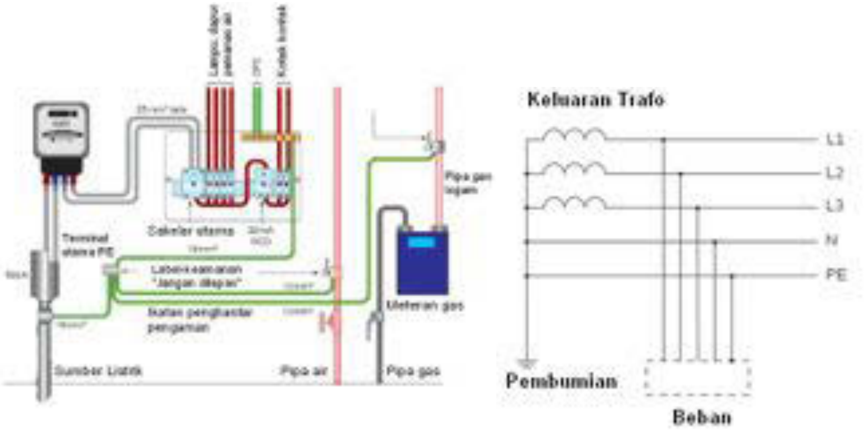
Hantaran pembumian pasokan

Pemasangan hantaran pembumian pasokan ditandai dengan ***huruf ketiga***, di mana S (separate) berarti hantaran netral dan pembumian terpisah. C (common), berarti bahwa hanataran netral dan pembumian digabungkan dalam satu hanataran.

Kabel berselubung untuk pembumian pasokan (sistem TN-S)

Ini adalah salah satu jenis yang paling umum sistem pasokan dari perusahaan listrik yaitu pasokan disediakan oleh kabel bawah tanah. Hantaran netral dan pengaman terpisah di seluruh sistem. Hantaran pengaman pembumian (PE) adalah berselubung logam dan baja pada kabel bawah tanah tersebut, dan ini disambungkan ke jaringan konsumen pada terminal utama pembumian. Semua

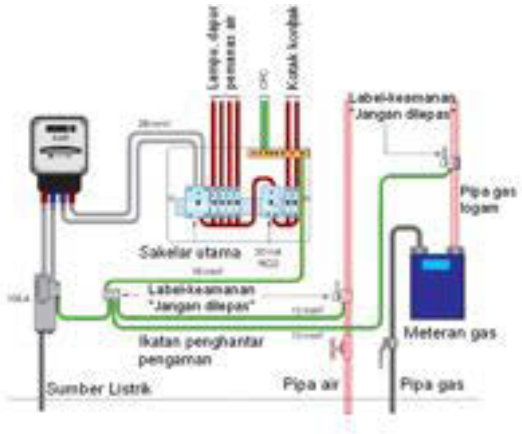
bagian konduktif diluar instalasi yaitu: pipa gas, pipa air dan sistem pelindung petir yang terhubung pada hantaran pengaman melalui terminal pembumian utama instalasi. Pengaturan ini ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1.: Kabel pasokan pembumian berselubung (Sistem TN-S), ditunjukan ikatan (bonding) pembumian PE

Pasokan tanpa pembumian (sistem TT)

Ini adalah jenis jaringan pasokan lebih sering ditemukan ketika instalasi disuplai dari saluran udara (overhead). Pihak berwenang (perusahaan listrik) tidak memberikan terminal pembumian dan instalasi dengan rangkaian penghantar pengaman atau *Circuit Protective Conductor* (CPC) harus dihubungkan ke bumi melalui elektroda bumi yang dipasang oleh konsumen. Sebuah sambungan pembumian yang efektif kadang-kadang sulit untuk mendapatkannya dan dalam kebanyakan kasus, jika terjadi gangguan adanya kebocoran arus listrik pada selungkup atau badan peralatan listrik sudah tersedia perangkat RCD atau ELCB sebagai pencegah terjadinya resiko gangguan, seperti pada Gambar 2.2.



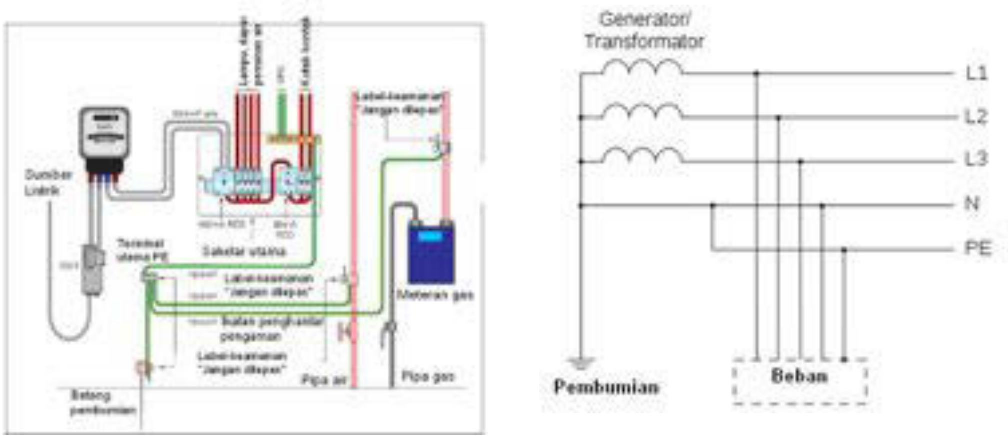
Gambar 2.2.: Hantaran pengaman multi pembumian (Sistem TN-C-S)

Gambar 2.1.; 2.2. dan 2.3. menunjukkan tata letak posisi perangkat rumah tangga untuk ketiga sistem pasokan. Ada dua sistem pasokan lain, TN-C dan sistem I T tetapi keduanya tidak memenuhi peraturan pasokan dan karenanya tidak dapat digunakan untuk persediaan pelayanan publik. Penggunaannya dibatasi pada pembangkit sendiri.

Hantaran pengaman multi pembumian (Sistem TN-C-S)

Jenis pasokan kabel tanah menjadi semakin populer untuk jaringan instalasi baru. Hal ini lebih sering disebut sebagai hantaran pengaman multi pembumian. Pada sisi hantaran pengaman pasokan pembumiannya gabungan dengan hantaran netral (PEN). Pada titik pasokan sambungan konsumen, terminal pembumian utama dilakukan dengan menghubungkan terminal pembumian pada hantaran netral. Semua konduktif diluar bagian dari instalasi: pipa gas, pipa air dan sistem pelindung petir termasuk yang harus dihubungkan ke terminal pembumian utama. Dengan demikian kesalahan atau gangguan antara fase dengan hantaran pembumian secara efektif diubah menjadi kesalahan fase dengan netral. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.





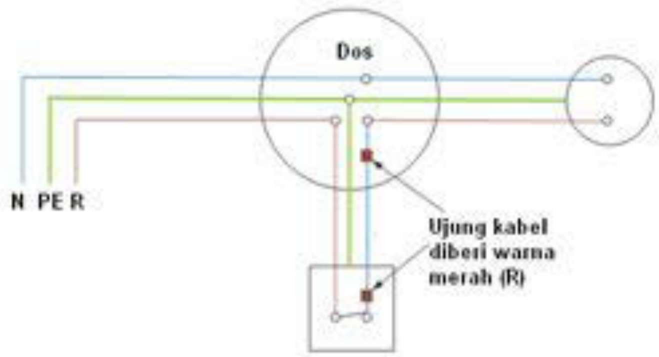
Gambar 2.3.: Tanpa sumber PE (Sistem TT), susunan ikatan PE

Pengawatan rangkaian lampu

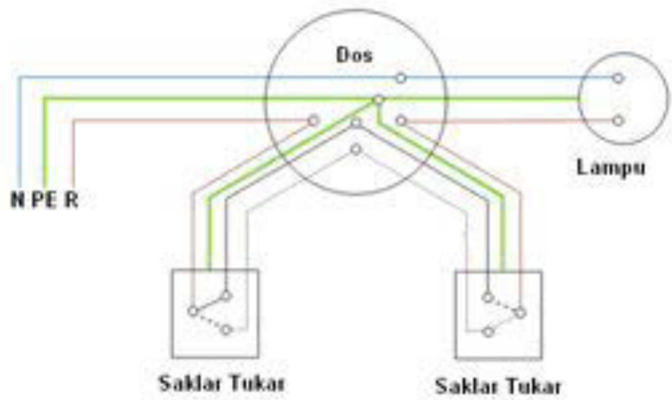
Sesuai dengan ketentukan untuk outlet lampu kita harus mengasumsikan beban yang setara saat ini ialah minimal 100 VA per fiting lampu. Ini berarti bahwa untuk rangkaian pencahayaan domestik rata-rata 5A maksimal bebannya 11 saluran lampu yang dapat dihubungkan pada setiap rangkaiannya. Dalam praktek, biasanya saluran lampu dibagi menjadi tujuh atau delapan outlet pada masing-masing sirkit. Dengan cara ini seluruh instalasi tidak akan mengalami kegelapan jika salah satu sekering sirkit pencahayaan ada gangguan. Jadi jelas bahwa, initi membagi sirkit fungsinya untuk meminimalkan terjadinya ketidak nyamanan pencahayaan dan menghindari bahaya. Rangkaian pencahayaan biasanya digunakan kabel dengan penampang minimla 1,5 mm^2, kabel instalasi didalam pipa atau pada kotak sambung. Untuk kabel instalasi 0, 7 mm^2 dapat digunakan tetapi hanya untuk armature lampu (TL). Sedangkan kabel dengan penampang 1,0 mm^2 dipakai hanya sebagai kabel kontrol.

Sistem *loop-in* secara universal yaitu tidak diperbolehkan instalasi menggunakan pipa ketika akan akses dari lantai atas atau bawah, seperti halnya dengan beberapa instalasi industri atau bangunan flat. Dalam bangunan ini satu-satunya sambungan hanya dilakukan pada saklar atau titik lampunya, selain itu tidak ada. Penghantar yang bertegangan disambung dari sakelar ke sakelar dan hantaran

netral dari satu titik lampu ke titik lainnya. Penggunaan kotak sambung (dos) dengan terminal logam kuningan yang tersedia sering digunakan pada instalasi rumah, karena kotak sambung dapat diakses tetapi melalui dinding atau didalamnya. Namun demikian, setiap sambungan harus tetap dapat diakses pada setiap saat pemeriksaan (inspeksi), pengujian dan pemeliharaan. Hantaran fase (bertegangan) harus diputus melalui posisi sakelar (disambung pada terminal). Sebuah instalasi langit-langit atau plafon hanya dapat dihubungkan dengan tegangan operasi pada 220 V dan dipasang satu kabel fleksibel (untuk lampu gantung) kecuali dirancang khusus untuk mengambil lebih dari satu fiting lampu dan tergantung pada kabel fleksibelnya harus menanggung beban lampu gantung dan fiting lampu.



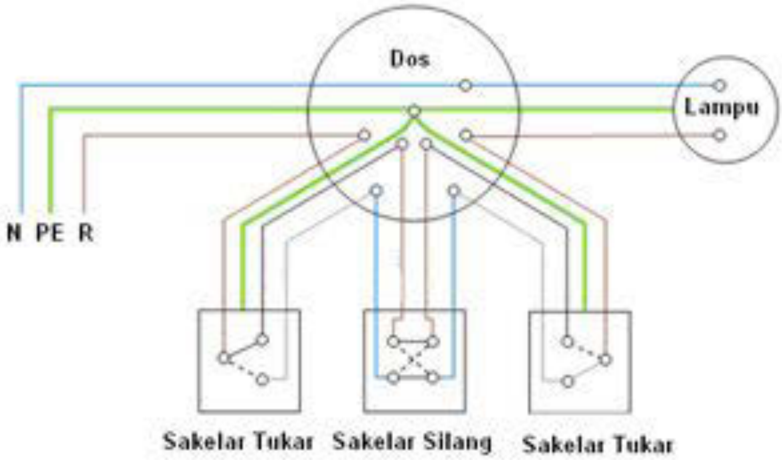
Gambar 2.4.: Diagram pengawatan sakelar tunggal



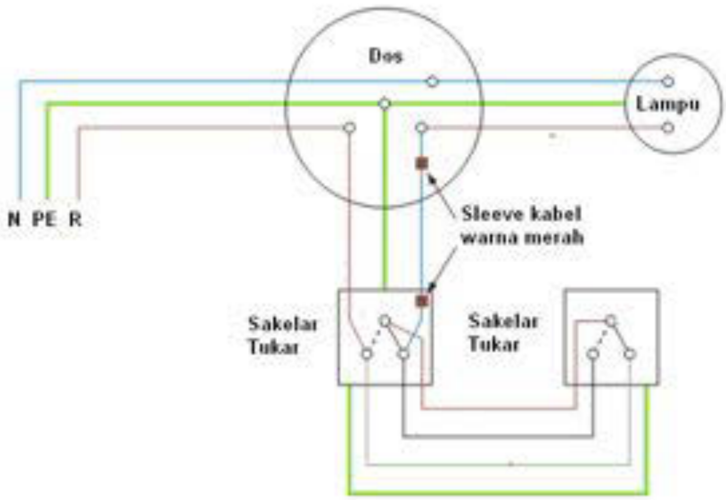
Gambar 2.5.: Diagram pengawatan sakelar tukar

Dalam menentukannya minimal harus mampu membawa beban massa tidak kurang dari 5 kg. Plafon sebagai tumpuan gantungan dianggap kuat menahan dan oleh karena itu sangat mendukung untuk keperluan pencahayaan. Sebuah luminer spot light harus aman dipasang pada bahan mudah terbakar atau harus stabil pada jarak yang cukup dari bahan yang mudah terbakar atau seperti yang direkomendasikan oleh produsen lampu, mengatasinya yaitu dapat ditutup dengan bahan yang sulit terbakar. Jenis sirkit yang digunakan akan tergantung pada kondisi instalasi dan persyaratan pelanggan.

Satu lampu dikendalikan oleh satu sakelar disebut kontrol satu arah (lihat Gambar 2.4). Sebuah ruangan dengan dua pintu masuk dapat memanfaatkan kontrol sakelar dua arah (lihat Gambar 2.5) sehingga lampu dapat diaktifkan atau dimatikan melalui dua posisi. Sebuah rumah 2 tingkat (tiga lantai) perlu lebih dari dua sakelar untuk operasi lampu tangga dan pengendalian operasinya secara bersama-sama pada lantai 1,2 dan 3. Cara pengontrolannya dapat menggunakan 2 sakelar tukar dan satu sakelar silang seperti pada Gambar 2.6.
Sakelar satu arah, dua arah atau sakelar tukar dapat diperoleh dengan mudah dengan berbagai model pemasangan pada dinding atau langit-langit. Pengawatan sakelar dapat dilakukan dengan mudah dalam mengotrol penerangan kamar tidur, kamar mandi dan secara mandiri dalam pengendalian suatu luminer dikantor. Untuk mengkonversi satu arah kontrol sakelar yang ada ke dalam kontrol sakelar dua arah, kabel tiga-inti dan pembumian dapat disambung dari posisi sakelar yang ada ke posisi sakelar kedua seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7.



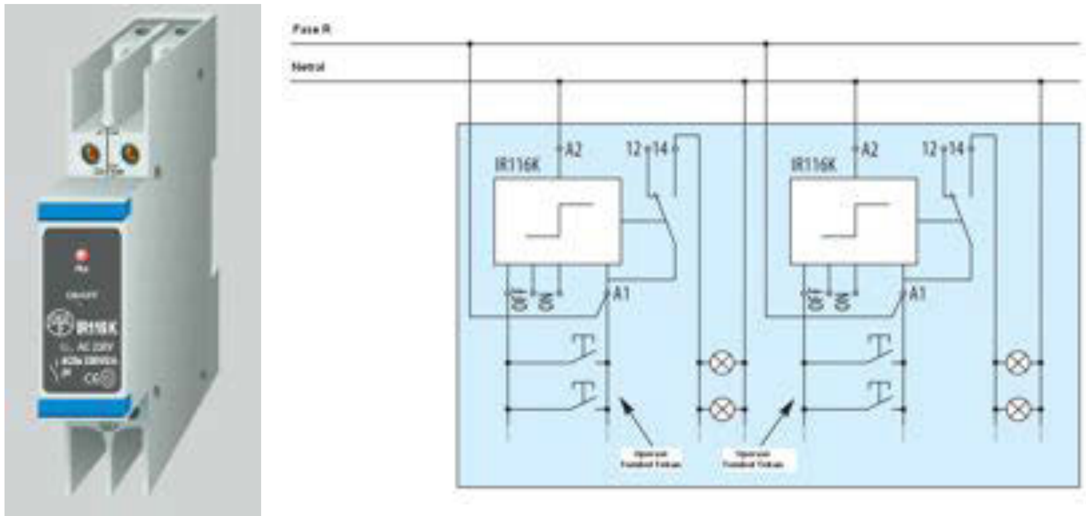
Gambar 2.6.: Diagram pengawatan operasi lampu dengan tiga sakelar



Gambar 2.7.: Wiring diagram sakelar satu arah diubah menjadi dua arah kontrol.

Relay impuls

Relay impuls dibuat sebagai pengganti sakaelar yang dipakai untuk mengontrol satu atau sekelompok lampu melalui lebih dari satu tempat. Pengoperasiannya cukup dengan tombol tekan, dan jumlahnya sesuai dengan kebutuhan. Peralatan dan diagram pengawatannya seperti terlihat pada gambar 2.8.



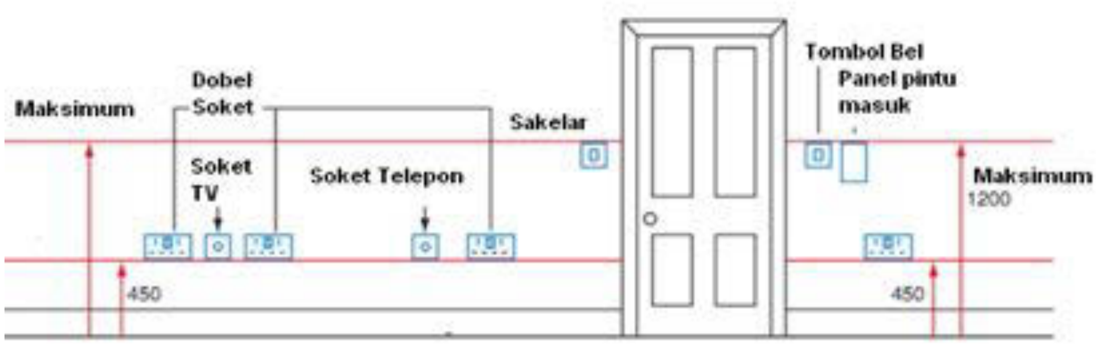
Gambar 2.8.: Impuls relay dan diagram pengawatannya

Aturan pemasangan sakelar dan soket (kotak kontak)

Soket harus dipasang pada ketinggian di atas lantai atau permukaan kerja sehingga meminimalkan resiko kerusakan akibat gangguan mekanik. Jika tinggi soket kurang dari 125 cm dari atas lantai maka soket dipilih yang ada tutupnya atau kotak kontak khusus (kkk). KKK dimaksudkan sebagai pengganti kotak kontak biasa yang dikhawatirkan anak akan mudah memasukkan benda asing kedalam lubang soket atau kotak kontak tersebut.

Peraturan bangunan rumah atau gedung juga membutuhkan sakelar dan soket yang akan dipasang ditempat tinggal maupun ruangan lain sehingga semua orang (termasuk anak-anak) dapat dengan leluasa mengoperasikan sakelar, mereka yang jangkauan tangannya terbatas (sedang sakit) pun harus dapat dengan mudah mengoperasikan sakelar. Sementara rekomendasi umumnya adalah bahwa keduanya harus dipasang pada ruang dengan ketinggian antara

450 sampai 1200 mm dari lantai dasar (inggris) sedangkan di Swiss antara 200 sampai 1150 mm dari garis tengah komponen. Sedangkan di Indonesia tidak secara pasti ditentukan ketinggiannya. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.9. Petunjuk yang diberikan berlaku untuk semua tempat tinggal baru tetapi tidak untuk perbaikan dari pasangan lama. Namun, rekomendasi ini tidak diragukan lagi pasti akan mempengaruhi keputusan yang diambil saat perbaikan instalasi tempat tinggal.



Gambar 2.9.: Tinggi soket dan sakelar terhadap dasar lantai

Penerangan hemat energi

Peraturan pemasangan komponen listrik berkaitan dengan keamanan di tempat tinggal. Semua instalasi baru harus sesuai dengan peraturan yang relevan dan juga memenuhi peraturan bangunan rumah atau gedung. Konservasi bahan bakar dan tenaga listrik yang digunakan masyarakat permintaannya semakin hari semakin tinggi. Pemborosan yang sia-sia banyak terjadi pada sistem penerangan serta lampu yang digunakan tidak mendukung untuk berhemat energi. Oleh karena itu kita harus serentak mengupayakan bahwa semakin hari semakin hemat energi listrik sehingga energi yang kita bayar semakin berdayaguna



maksimal, efektif, efisien dan terjaga kontinuitas pemakaiannya. Berikut dua metode untuk memenuhi himbauan metode penerapan penerangan hemat, baik internal maupun eksternal:

- Sejumlah alasan untuk pemasangan lampu didalam ruangan menggunakan lampu pendar TL atau lampu neon kompak CFL atau lampu hemat energi SL (save lamp).
- Pencahayaan eksternal atau luar gedung, termasuk pencahayaan di beranda tapi tidak termasuk pencahayaan di garasi atau *carports*, harus memberikan ketentuan yang layak untuk lampu hemat energi seperti tabung neon dan CFL. Lampu ini secara otomatis harus mati pada siang hari atau ketika tidak diperlukan pada malam hari. Caranya dengan menggunakan detektor infra-merah pasif (PIR).

Bola lampu pijar konvensional adalah termasuk lampu boros energi, dengan data efisiensi energi hanya 5-15%. Lampu pijar hanya dapat memproduksi 14 lumen cahaya untuk setiap satu Watt listrik-nya. Tetapi neon tabung dan CFL mampu menghasilkan lebih dari 40 lumen cahaya yang dikeluarkan untuk setiap satu Watt. Pemerintah (Inggris) telah menghitung bahwa, jika setiap rumah tangga diseluruh penduduknya mau mengganti tiga buah lampu pijar ukuran 60 W atau 100 W dengan lampu CFL, maka penghematan energi akan lebih besar dari pada daya yang digunakan oleh seluruh jaringan penerangan jalan. *Hilary Benn* (pejabat sekretaris kementerian lingkungan Inggris) telah menyampaikan bahwa bola lampu pijar besaran 150 W; 100W; 60 W dan 40 W sejak tahun 2010 telah distop produksinya. Sementara di Indonesia beberapa industri lampu pijar juga telah menghentikan produksi yang sama misalnya PT. Osram. Kesemua ini merupakan bentuk partisipasi nyata perusahaan terhadap kepedulian lingkungan.

Lampu pijar

Lampu pijar menghasilkan cahaya sebagai akibat dari efek panas (bara) Wolfram oleh adanya arus listrik. Sebagian besar listrik digunakan untuk menyalakan Wolfram tetapi hanya sedikit yang menghasilkan cahaya. Sebuah kawat tungsten halus digulung melingkar dan melingkar untuk membentuk filamen lampu pijar. Gulungan yang tersusun sangat lembut dan kecil menyebabkan

berkurangnya pendinginan filamen dan meningkatkan suhu output cahaya sehingga filamen memungkinkan beroperasi pada suhu semakin naik. Keluaran cahaya lampu termasuk spektrum yang dapat dilihat, akan memberikan warna putih hangat dan cahaya kuning sehingga menjadikan kualitas refleksi warna cukup baik. Efektivitas lampu pijar 5-10 % dengan hanya menghasilkan 14 lumen per Watt yang akhirnya umur (life time) terbatas sekitar 1000 jam. Lampu filamen mempunyai bentuk paling sederhana, sumber cahaya bening yang fungsinya tak tertandingi dipasar domestik meskipun lampu ini tidak lebih efisien. Salah satu faktor yang mungkin telah mampu berkontribusi mengangkat popularitasnya adalah bahwa disainer lampu telah memodifikasi kaca tabung lampu dengan memberikan penampilan yang dekoratif dan sangat menyenangkan, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.10.



Gambar 2.10.: Bentuk lampu pijar

Lampu halogen dengan reflektor

Lampu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. sangat populer dipakai sebagai spot dekoratif di Mall, toko atau perhotelan serta pada perumahan untuk pencahayaan pada era-milenium baru. Ukuran kecil dan pencahayaan putih terang membuat lampu sangat populer pada pemakaian instalasi komersial dan domestik.



Gambar 2.11.: Lampu spot halogen dengan reflektor

Lampu spot tersedia dengan tegangan nominal 12 V, paket dua pin untuk daya 20, 35 dan 50 W. Sedangkan untuk tegangan 220 V tipe bayonet jenis topi dengan daya 20 , 35 dan 50 W. Pada cahaya 20 lumens umur lampu bertahan mencapai 2000 jam, lebih efisien energi dari pada lampu pijar. Namun, sayang hanya lampu yang mengeluarkan cahaya lebih dari 40 lumen per watt yang dianggap memenuhi kriteria hemat energi.

Lampu penguapan (discharge)

Lampu penguapan tidak menghasilkan cahaya melalui filamen pijar melainkan oleh eksitasi gas atau uap logam yang terkandung dalam tabung kaca mini. Sebuah tegangan diberikan pada dua terminal atau elektroda disegel pada ujung tabung gelas yang berisi gas atau uap logam akan merangsang isi dan akhirnya menghasilkan cahaya, inilah prinsip kerja tabung neon CFL.

Lampu tabung fluoresen

Sebuah lampu fluoresen adalah tabung busur linear, yang di dalamnya dilapisi dengan bubuk fluoresen mengandung pancaran uap merkuri tekanan rendah.

Compact Fluorecent Lamp CFL

CFL adalah lampu fluoresen mini yang dirancang untuk menggantikan lampu pijar. Lampu ini tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran sehingga lampu ini dapat dipasang pada fiting yang ada. Gambar 14.11 menunjukkan tiga bentuk khas.

Jenis tongkat memberikan sebagian cahaya model radial, sementara tipe datar double D memberikan sebagian dari cahaya lampu diatas dan di bawah. Lampu hemat energi menggunakan listrik jauh lebih efisien daripada lampu pijar yang setara. Misalnya, lampu 20 W hemat energi akan memberikan output cahaya yang sama pada lampu pijar 100 W. Sebuah 11 W lampu hemat energi setara dengan 60 W lampu pijar. Lampu hemat energi juga memiliki umur sekitar delapan kali lebih lama dari lampu pijar dan sebagainya.



Gambar 2.11.: Lampu hemat energy

Namun, lampu hemat energi harganya mahal dan lampu butuh waktu beberapa menit untuk mencapai kecemerlangan penuh setelah diaktifkan. Maka lampu ini tidak bisa dikendalikan oleh sakelar dimmer, juga tidak cocok untuk digabungkan dengan sebuah detektor kontrol otomatis karena kontrol ini durasinya pendek (kedip) sehingga kurang berfaedah, tetapi lampu hemat energi sangat baik untuk dipasang penerangan keamanan diluar yang dibiarkan selama beberapa jam setiap malam.
Instalatir atau kontraktor listrik dalam diskusi dengan pelanggan harus selalu menyeimbangkan antara keuntungan dan kerugian dari lampu hemat energi dibandingkan dengan sumber pencahayaan lampu pada setiap instalasi lain.

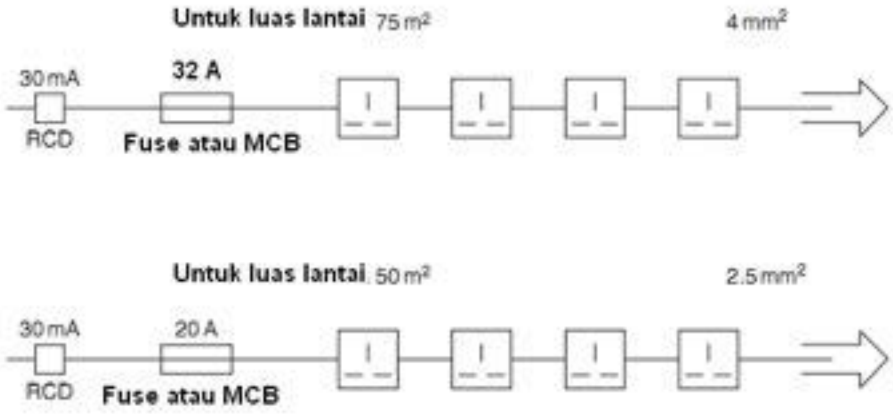
Pengawatan rangkaian soket

Dimana ada peralatan mesin listrik portabel yang akan digunakan harus siap dihubungkan dengan plug ke soket stop kontak dengan mudah diakses serta dapat dipertimbangkan panjang kabel fleksibelnya. Panjang kabel fleksibel pada

mesin listrik biasanya tidak lebih dari 2 m dan sebagai operasinya harus memasukan steker pada stopkontak sehingga terjadi hubungan peralatan mesin listrik ke sumber pasokan listrik. Oleh karena itu, soket memberikan metode yang mudah dan nyaman untuk menghubungkan peralatan listrik portabel pada sumber pasokan. Soket outlet dapat diperoleh dengan rating current 15, 13, 5 dan 2 A. Soket dapat ditransfer pada sebuah sirkit cincin atau rangkaian radial dan agar setiap alat dapat disambung dari soket stopkontak yang berdekatan dengan nyaman, jumlah soket tidak terbatas asalkan jumlah arus yang mengalir diperkirakan tidak melebihi kapasitas yang diberikan.

Rangkaian radial soket

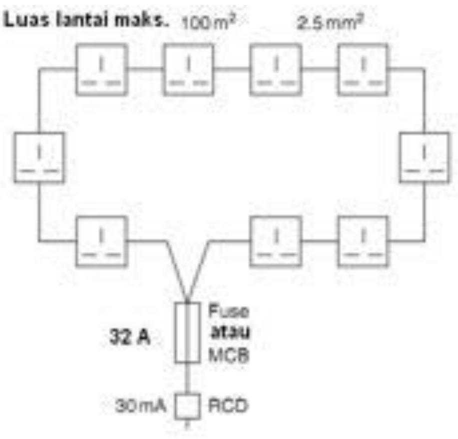
Dalam rangkaian radial setiap outlet soket diumpankan dari soket yang sebelumnya. Tetapi sambungan ring ini ujungnya akan kembali pada sumber pasokan. Ukuran sekering dan kabel diberikan sesuai peraturan yang berlaku tetapi sirkit dapat dinyatakan dengan diagram blok, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12. Jumlah outlet soket yang diijinkan adalah terbatas namun setiap rangkaian radial tidak boleh melebihi kapasitas yang dinyatakan dan diketahui atau diperkirakan bebannya. Dimana dua atau lebih sirkit dipasang di tempat yang sama, soket yang terhubung secara permanen peralatannya harus cukup dibagi diantara sirkit, sehingga total beban seimbang. Ketika merancang sirkit model cincin atau sirkit radial perhatikan pertimbangan khusus yang harus diberikan untuk pembebanan misalnya didapur yang mungkin memerlukan sirkit terpisah.



Gambar 2.12.: Blok diagram rangkaian radial

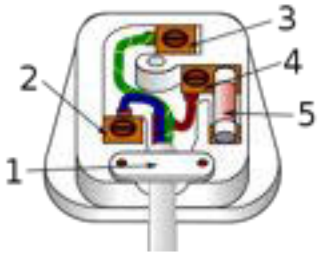
Pengawatan rangkaian kotak kontak

Dimana ada peralatan portabel yang akan digunakan disitu harus dihubungkan dengan tegangan pada stop kontak, peralatan portable biasanya dilengkapi dengan kabel fleksibel. Panjang kabel fleksibel biasanya tidak lebih dari 2 meter, steker dapat langsung ditancapkan pada pada stop kontak untuk mendapatkan sumber pasokan. Karena soket itu metode pelayanannya mudah dan nyaman maka masing-masing produk soket mempunyai standar spesifikasi masing-masing.



Gambar 2.13.: Blok diagram rangkaian ring

Soket dapat diperoleh dengan I_N = *15, 13, 5 dan 2 A .* Tetapi soket 13A dengan pin persegi jenis tertutup paling populer dipakai untuk instalasi rumah di Inggris. Setiap steker 13 A akan dilengkapi sekering untuk memberikan perlindungan tegangan maksimum dan kabel fleksibel dan pelayanan peralatan. Soket disambung kabel dengan sistem sirkit cincin atau rangkaian radial agar setiap alat dapat menusukan stekernya pada soket yang berdekatan dengan nyaman, jumlah soket tidak terbatas asalkan luas lantai ditutupi oleh rangkaian tidak melebihi yang diberikan.





Keterangan:

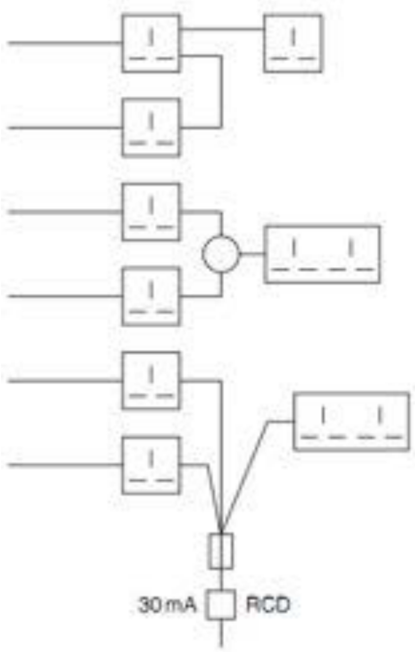
1. Pengikat kabel
2. Terminal netral
3. Terminal PE
4. Terminal fase
5. Fuse

Gambar 2.14.: (a) Diagram dan (b) Soket kotak kontak

Sirkit radial

Pada rangkaian soket sistem radial setiap outlet diumpankan dari yang

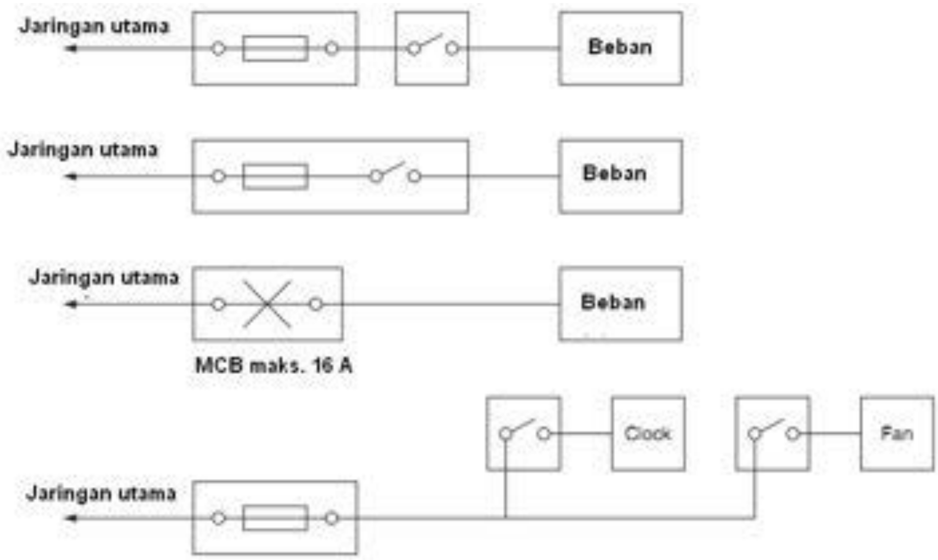
sebelumnya. Langsung dihubung, fase dengan terminal fase, netral dengan netral dan bumi ke pembumian pada setiap soket . Ukuran sekering dan kabel diberikan dalam Lampiran 15 dari Peraturan IEE namun sirkit juga dapat dinyatakan dengan diagram blok , seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15.: Kotak kontak biasa (tanpa fuse)

Jumlah outlet soket yang diijinkan adalah terbatas namun setiap rangkaian radial tidak boleh melebihi luasan lantai dan diketahui atau diperkirakan bebannya. Dimana dua atau lebih sirkit dipasang di tempat yang sama, terhubung secara permanen peralatan harus cukup dibagi di antara sirkit, sehingga total beban seimbang atau mendekati seimbang. Ring dan sirkit radial dapat digunakan untuk bangunan rumah tangga atau lainnya dimana permintaan arus maksimum menggunakan peralatan diperkirakan tidak melebihi nilai dari perangkat pelindung untuk rangkaian yang dipilih .

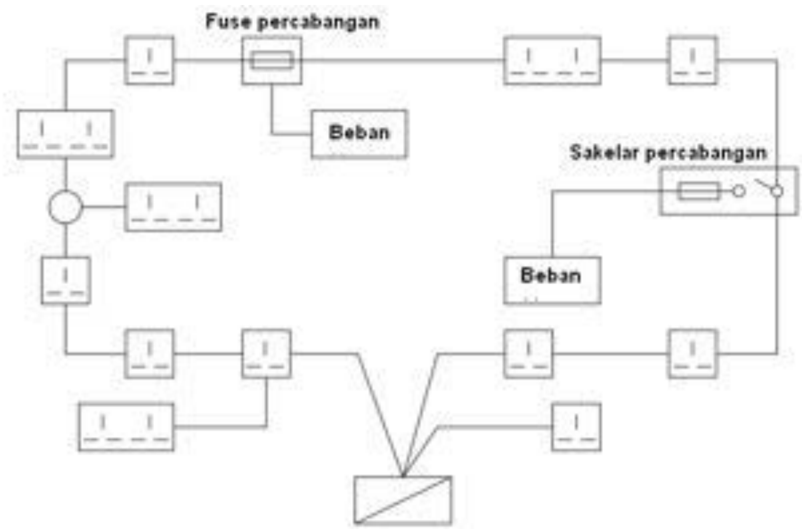
sirkuit cincin



Gambar 2.16.: Penyambungan fuse pada cabang

Sirkit cincin sangat mirip dengan sirkit radial di setiap soket diumpankan oleh sebelumnya, tetapi dalam sirkit cincin soket terakhir adalah kabel kembali ke sumber pasokan. Setiap cincin konduktor rangkaian akhir harus dilingkarkan pada setiap soket atau kotak bersama untuk membentuk cincin dengan arus terus menerus sepanjang kabel. Jumlah outlet soket yang diijinkan adalah terbatas tetapi setiap rangkaian cincin tidak harus mencakup lebih dari 100 $\mathbf{m}^2$ luas lantai. Rincian sirkit dapat dinyatakan dengan diagram blok diberikan pada Gambar 2.17.

Percabangan fuse



Gambar 2.17.: Tipe ring dengan cabang

Jumlah cabang soket tidak terbatas. Persyaratan cabang yang menyatu juga diberikan pada diagram blok Gambar 14.15. 11 outlet soket terhubung model cincin.

Jumlah soket kotak kontak

Peraturan memungkinkan kita untuk menginstal sejumlah soket, pembatasannya adalah bahwa setiap sirkit tidak harus melebihi luasan lantai tertentu. Saat ini sebagian besar rumah tangga memiliki banyak peralatan rumah tangga dan peralatan elektronik, jadi berapakah banyak soket yang harus dipasang ? Untuk mencegah terjadinya kecelakaan beberapa rekomendasi umum seperti berikut :

1) Pemasangan kabel untuk soket tunggal adalah sama operasionalnya dengan soket ganda. Jadi, direkomendasi bahwa kita selalu memasang stop kontak soket ganda, kecuali ada alasan untuk tidak.



2) Dapur membutuhkan antara enam hingga sepuluh soket ganda, dipasang pada permukaan atau didalam permukaan kerja untuk peralatan tertentu.
3) Ruangan, dua soket ganda.
4) Ruang tamu membutuhkan antara enam dan sepuluh soket ganda dengan satu soket ganda terletak disebelah outlet telepon, ke alat telekomunikasi dan dua soket ganda untuk perlengkapan TV video dan persediaan DVD.
5) Kamar tidur tunggal dan ganda, 4 hingga 6 soket ganda.
6) Lorong, dua soket ganda.
7) Kantor enam soket ganda.
8) Garasi dua soket ganda.

Coba ini

Soket

Berapa banyak soket yang ada di rumah saudara?

Berapa banyak soket yang telah saudara instal di rumah?

Bagaimana pengalaman saudara hubungannya dengan pemenuhan persyaratan ?

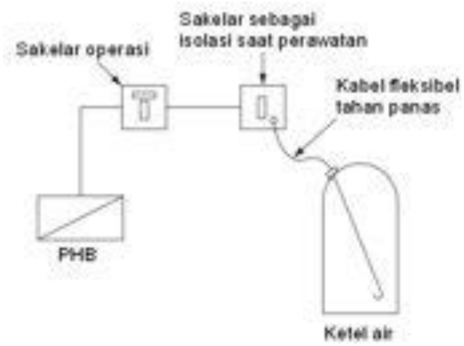
Pengaman tambahan pada soket

Pengaman tambahan pada soket diperlukan selain untuk proteksi arus pada semua sirkit stop kontak yang digunakan oleh masyarakat awam yaitu dimaksudkan untuk juga menggunakan RCD 10 mA atau 30 mA. Pengaman tambahan ini disediakan dalam kasus sebagai pengaman dasar atau pengaman kesalahan atau kegagalan arus atau jika pengguna instalasi listrik tergolong ceroboh. Orang biasa adalah salah satu person yang tidak paham listrik atau hanya sebagai pemakai listrik.

Sirkit pemanas air

Sebuah pemanas ukuran kecil adalah pemanas air yang dapat langsung dipasang diatas wastafel atau dapat dianggap sebagai sambungan alat secara permanen dan sehingga dapat dihubungkan ke rangkaian yang menyatu dengan rangkaian pengamannya. Sebuah pemanas air tipe perendaman (celup) biasanya nilai maksimal dayanya sekitar I 3 kW dan dapat langsung terhubung secara permanen. Namun, banyak sistem pemanas perendaman yang terhubung pada ketel pemanas penyimpan (storage) pada Kapal laut sekitar 150 liter. Pada instalasi rumah tangga atau instalasi domestik dinyatakan bahwa pemanas tipe rendam yang dipasang pada kapal lebih dari 15 liter harus dipasok oleh sirkit mereka sendiri.

Oleh karena itu, pemanas rendam instalasinya terpisah dari sirkit arus radial bila kapasitasnya lebih dari 15 liter. Gambar 14.18. menunjukkan diagram rangkaian untuk pemanas rendaman. Setiap sakelar harus dobel tuas dan diluar dari jangkauan tangan manusia pada setiap satu bath tetap atau kamar mandi saat pemanas perendaman dipasang dikamar mandi kapal.



Gambar 2.18.: Diagram sirkit pemanas rendam

Ekipotensial tambahan pada pipa saluran diminta hanya sebagai tambahan untuk



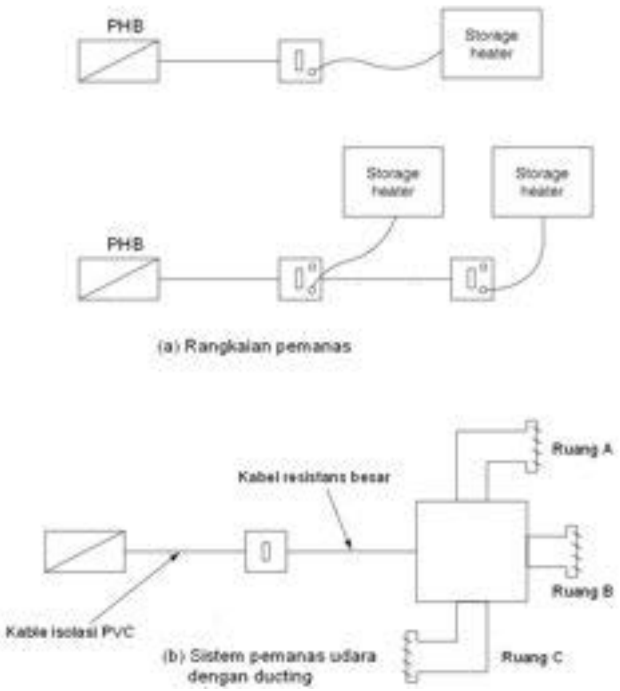
perlindungan kesalahan jika pemanas perendaman di kamar mandi kapal tidak memiliki :

(I) semua sirkit dilindungi oleh RCD $I_{\Delta N} = 30\ mA$ dan

(ii) pelindung ikatan ekipotensial.

Sirkit pemanas ruangan listrik

Sistem pemanas listrik secara garis besar dapat dibagi menjadi dua kategori: pemanasan lokal terbatas dan pemanas off-peak. Pemanasan lokal terikat dapat diberikan oleh radiator listrik portabel dengan cara plug dimasukan pada soket instalasi. Pemanas tetap yang ada pada dinding dipasang didalam harus terhubung melalui koneksi menyatu dengan sakelar, baik pada pemanas itu sendiri atau sebagai bagian dari sekering bagian sambungan , seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9 Peralatan pemanas dimana elemen pemanasnya bisa disentuh harus memiliki saklar Doble Pole yang akan memutus semua konduktornya . Persyaratan ini termasuk radiator yang memiliki unsur didalam selubung silika - kaca.
Sistem off-peak pemanasan dapat memberikan pemanas sentral dari penyimpanan radiator, udara hangat disalurkan dibawah elemen pemanas. Sistem ketiga yaitu menggunakan prinsip penyimpanan panas, dimana massanya besar dan panas ditahan selama periode off-peak dan dibiarkan memancarkan panas yang tersimpan sepanjang hari. Rangkaian akhir dari semua instalasi pemanas off-peak harus diberi tegangan dari pasokan terpisah dikendalikan oleh sebuah timer listrik sebagai pewaktu jam.
Saat menghitung ukuran kabel yang dibutuhkan untuk pasokan radiator adalah penyimpanan tunggal, ini adalah praktik yang baik mempertimbangkan permintaan besar arus pada daya 3,4 kW pada setiap titik. Hal ini memungkinkan radiator yang akan diubah dimasa depan dengan gangguan minimum untuk instalasi. Setiap radiator yang memiliki 20 A berarti isolasi berdekatan dengan pemanas dan koneksi akhir harus melalui outlet fleksibel. Lihat Gambar 2.19. untuk pengaturan kabel.



Gambar 2.19.: Rangkaian pemanas (a) dan ducting

Sistem penyebaran udara hangat memiliki lokasi pemanas terpusat dengan penyimpanan panas kapasitas tinggi. Unit ini dibebankan selama periode off-peak, dan kipas mendorong panas yang tersimpan kedalam bentuk udara hangat melalui saluran udara besar ke outlet kisi-kisi di berbagai ruangan. Pengaturan kabel untuk jenis pemanasan ditunjukkan pada Gambar 2.19. Penyimpanan pemanas tunggal dipanaskan oleh elemen listrik yang tertanam dalam batu bata dan diberi nilai antara 6 dan 15 kW tergantung pada kapasitas pemanasnya. Sebuah radiator kapasitas ini harus diberikan pada sirkit sendiri, kabel mampu dialiri arus maksimum dilindungi oleh sekering atau miniatur circuit breaker (MCB) dari 30, 45 atau 60 A yang sesuai. Posisi pemanas, switch DPdan kabel harus diinstal untuk rangkaian akhir pemanas. Kabel fleksibel yang digunakan untuk koneksi akhir untuk pemanas harus

dari jenis tahan panas. Instalasi pemanasan untuk lantai menggunakan sifat penyimpanan termal oleh beton. Kabel khusus yang tertanam pada plester beton didalam konstruksi ketika arus mengalir melalui kabel akan menjadi panas, beton menyerap panas dan memancarkan ke dalam ruangan. Setelah



dipanaskan, beton akan memberikan panas untuk waktu yang cukup lama setelah pasokan dimatikan dan, oleh karena itu cocok untuk sambungan ke suplai off-peak.

Sirkit kompor listrik

Sebuah kompor dengan rating diatas 3 kW harus pasang pada sirkit tersendiri tapi karena tidak memungkinkan dalam penggunaan keseharian setiap elemen pemanas akan diaktifkan pada saat yang sama. Faktor keserempakan dapat diterapkan dalam menghitung ukuran kabel seperti yang sudah dijelaskan. Pertimbangan, sebagai contoh, kompor dengan unsur-unsur berikut disuplai dari unit kontrol kompor dengan menggabungkan soket 13 A.:

4 x 2 kW fast boiler ring	= 8000 W
1 x 2 kW grill	= 2000 W
1 x 2 kW oven	= 2000 W
Total beban	= 12.000 W

Bila tegangan kerjanya 230 Volt, maka I_{total} = 12000 : 230 = 52,17 A

Jika menggunakan faktor keragaman Tabel 1A

I_{total} = 52,17 A

Utama 10 ampere	= 10 A
30% dari 42,27 A	= 12,65 A
Socket Outlet	= 5 A

Kebutuhan arus uji = 10 + 12,65 + 5 = 27.65 A

Oleh karena itu , kabel yang mampu membawa 27,65 A dapat digunakan dengan aman dari pada kabel 52,17 A. Sebuah alat pemasak harus dikontrol dengan sakelar terpisah dari kompor tetapi dalam posisi mudah diakses. Dimana dua peralatan memasak yang dipasang di satu ruangan, seperti kompor split level,

satu switch dapat digunakan untuk mengontrol kedua peralatan asalkan alat tidak lebih dari 2 m dari switch.

Perhitungan penampang penghantar

Penampang kabel yang akan digunakan untuk instalasi tergantung pada :

- Rating current (kemampuan dialiri arus nominal) kabel sesuai kondisi yang ditentukan.
- Tegangan jatuh kabel maksimum yang diijinkan.

Sementara itu faktor-faktor yang mempengaruhi rating current adalah:

a. Disain arus: kabel harus mampu membawa arus hingga beban penuh dengan aman.
b. Jenis kabel: isolasi PVC atau Mineral; inti penghantar tembaga atau aluminium.
c. Kondisi instalasi: pada dinding atau dipasang dengan kabel sistem trunking.
d. Suhu keliling: resistansi kabel akan meningkat seiring meningkatnya suhu sekitar dan isolasi dapat mencair jika suhu melebihi kapasitas kabel.
   Jenis pengaman: untuk berapa lama kabel dapat menahan gangguan arus.

Tabel 2.1.: Tegangan jatuh pada faktor kabel

Tegangan jatuh per amper per meter			Temperatur kerja 70 derajat
Penampang kabel 1	Inti 2 d.c. (mV/A/m) 2	Inti 2 a.c. (mV/A/m) 3	Inti 3 atau 4 a.c. tiga fase (mV/A/m) 4
1	44	44	38
1.5	29	29	25
2.5	18	18	15
4	11	11	9.5
6	7.3	7.3	6.4
10	4.4	4.4	3.8
16	2.8	2.8	2.4
25	1.75	1.80	1.50
35	1.25	1.30	1.10
50	0.93	0.95	0.81
70	0.63	0.65	0.56
95	0.46	0.49	0.42



e. Peraturan BS 525 menyatakan bahwa penurunan atau kenaikan (toleransi) tegangan dari terminal pasokan ke titik beban peralatan tidak boleh melebihi 3 % untuk sirkit penerangan dan 5% dari tegangan listrik nominal untuk beban lain. Sehingga toleransi tegangan maksimum besarnya 6,9 V untuk penerangan dan 11,5 V untuk keperluan lainnya pada instalasi 230 V. Sementara di Indonesia toleransi yang diberlakukan standar PLN adalah 10%. Volt drop untuk kabel tertentu dapat ditentukan dari:

VD = Faktor x Disain arus x Panjang hantaran

Faktor diperoleh dari table 14.3., disain arus I_N yang dapat dihitung dari:

$$I_t = \frac{Arus\ nominal}{faktor\ koreksi}$$

Kapasitas arus kabel harus dipilih sesuai dengan ketentuan dan faktor koreksi dipakai untuk berikut ini:

Ca, faktor koreksi terhadap kondisi suhu area atau sekitarnya. Seperti juga ditampilkan pada Tabel 2.1 .

Cg, faktor koreksi group atau kelompok.

Cc, faktor koreksi 0,725 untuk penggunaan sekering.

Ci, faktor koreksi yang akan digunakan ketika kabel diapit thermal isolasi.

Peraturan BS 523.6.6 memberi kita tiga nilai koreksi yang memungkinkan :



- Jika terjadi satu sisi ujung kabel terjadi kontak dengan isolasi thermal kita harus membaca nilai dari kolom pada tabel berhubungan metode untuk referensi A (lihat Tabel 2.2) .
- Jika kabel ini benar-benar panjang lebih besar dari 0,5 m, kita harus menerapkan faktor 0,5.
- Dimana kabel disekeliling ini benar-benar lebih pendek. Catatan : Sebuah kabel sebaiknya tidak dipasang disekitar isolasi panas.

Tabel 2.2.: Kemampuan hantar arus (KHA) kabel inti banyak isolasi PVC

Suhu kamar 30^0 C dan temperature kerja 70^0 C

Penampang hantaran	Methode A Pipa, isolasi dinding		Methode B Pipa, isolasi dinding		Methode C Pipa, isolasi dinding		Methode D Pipa, isolasi dinding	
	Inti 2 ac / dc	Inti 3 / 4 ac	Inti 1 / 2 ac / dc	Inti 1 / 3 atau 1/ 4 Tiga fase ac	Inti 1 / 2 fase satu ac / dc	Inti 1 / 3 atau 1/ 4 Tiga fase ac	Inti 1 / 2 fase satu ac / dc	Inti 1 / 3 atau 1/ 4 Tiga fase ac
1 mm^2	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A	9 A
1	11	10	13	11.5	15.5	13.5	17	14.5
1.5	14.5	13	16.5	15	20	17.5	22	18.5
2.5	20	17.5	23	20	27	24	30	25
4	26	23	30	27	37	32	40	34
6	34	29	38	34	47	41	51	43
10	46	39	52	46	65	57	70	60
16	61	52	69	62	87	76	94	80
25	80	68	90	80	114	96	119	101
35	99	83	111	99	141	119	148	126
50	119	99	133	118	182	144	180	153
70	151	125	168	149	234	184	232	196
95	182	150	201	179	284	223	282	238

Contoh:

Sebuah rumah memiliki beban total 6 kW terpasang sekitar 18 m bentangan dari sumber konsumen listrik dipakai untuk penerangan. Sebuah kabel berisolasi dan berselubung PVC kembar serta kabel pembumian memberikan sambungan ke beban melewati sisi balok langit-langit rumah tingkat atas. Suhu di ruang atap yang diperkirakan mencapai 35°C pada musim panas dan isolasi diinstal ke atas

dari balok. Hitunglah ukuran kabel minimum jika rangkaian harus diberi pengaman arus tipe B, MCB. Asumsikan pasokan TN - S, yaitu suplai memiliki penghantar netral dan pengaman terpisah.

Jawab:

Disain saat ini, Daya / Tegangan = 6000 W / 230 V = 26,09 A.

$$\text{Disain arus, } Ib = \frac{Daya}{Tegangan} = \frac{6000\ W}{230\ V} = 26{,}06\ A$$

Arus nominal proteksi beban In = 32 A.

KHA kabel, *It* adalah:

$$I_t = = \frac{In\ (Arus\, nominal)}{faktor\, koreksi}$$

faktor koreksi untuk dimasukkan dalam perhitungan ini adalah:

Ca suhu area, dari tabel ditunjukkan pada Tabel 14.1 faktor koreksi untuk 35 ° C adalah 0,94.

Faktor pengelompokan *Cg* tidak dipakai.

Cc karena pengaman menggunakan MCB maka tidak ada faktor Cc perlu diterapkan.

Ci tuntutan isolasi thermal yang kita asumsikan metode diinstal A (lihat Tabel 14.2).

Disain saat ini adalah 26,09 A dan karena itu kita akan memilih MCB In = 32 A.

$$\text{KHA kabel, } I_t = \frac{32\ A}{0{,}94} = 34{,}04\ A.$$

Dari kolom 2 pada tabel 14.2, kabel a 10 mm^2, KHA = 46 A.

Sekarang kita uji untuk tegangan jatuh: dari tabel ditunjukkan pada Tabel 14.3 tegangan jatuh tiap amper per meter pada kabel 10 mm adalah 4,4 mV.

Jadi tegangan jatuhnya untuk sepanjang kabel ini dan beban adalah sama dengan:

$$Vd = 4{,}4 \times 10^{-3} \text{ V/Am} \times 26{,}09 \times 18 \text{ m} = 2{,}06 \text{ V}$$

Karena *Vd* adalah dibawah nilai maksimum yang diijinkan untuk rangkaian penerangan yaitu 6,9 V, kabel 10 mm^2 memenuhi arus dan persyaratan penurunan tegangan jika rangkaian dipasang pengaman MCB. Kabel melalui loteng (dach) akan panas dimusim kemarau dan memiliki ketahanan isolasi. Kita harus menggunakan metode instalasi referensi A dari Tabel 2.2. Jika kita mampu memindah kabel kebawah langsung atau dengan pipa atau dengan trunking pada dinding kita mungkin dapat menggunakan kabel lebih kecil yaitu 6 mm^2 untuk beban ini. Bandingkan nilai-nilai dalam kolom 2 dengan kolom 6. Ketika kabel langsung dipasang pada dinding atau permukaan sekarang nilainya lebih tinggi karena kabel lebih dingin (lorong dalam tanah). Jika rute alternatif lebih panjang, kita perlu juga menguji tegangan jatuh terlebih dahulu sebelum memilih kabel. Ini adalah beberapa strategi yang harus dipertimbangkan oleh kontraktor listrik ketika merancang instalasi agar memenuhi persyaratan pelanggan dan peraturan yang diberlakukan.
Jika kita tidak yakin karakteristik alat pengaman sekering atau MCB, dimana kurve pemutusan pengaman sesuai dengan standar rating currentnya.

Ukuran penampang kabel untuk jaringan rumah tinggal

Untuk rangkaian standar sambungan rumah seperti tercantum pada tabel 2.1. tentang petunjuk ukuran kabel. Pada tabel ini berlaku untuk kabel berpelindung yang dipakai untu pentanahan dengan tegangan satu fase 230 Volt, pengaman utama sekering lebur 100 A. Untuk rangkaian akhir atau rangkaian ke beban dipasang pengaman sirkit MCB. Kabel yang dipasang adalah berisolasi dan berselubung PVC warna putih atau abu-abu.



Kabel dengan LSF (low smoke and fume) atau berasap rendah dan mempunyai sifat asam. Dengan asumsi bahwa suhu sekitar sepanjang sirkit tidak melebihi 30°C yaitu kabel dipasang secara tunggal dengan diklem pada permukaan dinding.

Ketika Anda telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini , memeriksa jawaban di bagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar .

1 . Pasokan listrik yang menggunakan selubung kabel untuk memberikan pembumian disebut :

a . pasokan PME

b . sistem TN - S

c . sistem TN - C - S

d . sistem TT .

2 . Pasokan listrik dimana fungsi pelindung dan netral gabungan disebut :

a . sistem PME

b . sistem TN - S

c . sistem TN - C - S

d . sistem TT .

3 . Pasokan listrik dimana pengaturan pembumian harus disediakan oleh konsumen disebut :

a . sistem PME

b. sistem TN - S

c . sistem TN - C - S



d . sistem TT .

4 . Rangkaian lampu utama di kamar hanya memiliki satu pintu masuk maka dimungkinkan akan :

a . memasang sakelar tarik

b . memasang saklar pilih

c . memasang sakelar tunggal

d . memasang sakelar dwikutub.

5 . Rangkaian utama lampu di kamar memiliki dua pintu masuk mungkin akan :

a . memasang sakelar tarik

b . memasang saklar pilih

c . memasang sakelar tunggal

d . memasang sakelar dwikutub.

6 . Pencahayaan utama dalam lorong panjang dengan banyak sakelar mungkin akan :

a . memasang sakelar tarik

b . memasang saklar pilih

c . memasang sakelar tunggal

d . memasang sakelar dwikutub.

7 . Identifikasi lampu hemat energi pada daftar berikut :

a . lampu GLS

b . CFL

c . tabung fluorescent

d . mini- spot.

8 . Sebuah sistem kabel berisolasi dan berselubung PVC akan cocok untuk

jenis instalasi berikut :

a . komersial

b . domestik



c . hortikultura

d . industri .

9 . Sebuah instalasi saluran PVC akan cocok untuk jenis instalasi berikut :

a . komersial

b . domestik

c . hortikultura

d . industri .

Tugas:
1. Amati sambungan pada salah satu komponen listrik apakah ada terminal atau hantaran PE. 2. Warna apakah kabel yang terpasang untuk PE tersebut 3. Ukurlah tinggi sakelar dan kotak kontak yang ada disekitarmu 4. Berapakah jumlah sakelar dan kotak kontak di ruang kita belajar

Pelajaran 2

Sistem pemasangan dan pengujian

Kegiatan 3

Teknik pemasangan saluran kabel

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) sistem pemasangan kabel
2) menyatakan jenis instalasi listrik, komponen dan fungsi
3) menyatakan jenis selungkup dan faktor-faktor penentu sistem pengawatan.
4) Teknik pemasangan saluran kabel

Sistem pengawatan dan perlengkapanya

Pilihan akhir dari sistem pengkabelan tergantung pada orang yang merancang instalasi dan pemberi pekerjaan, tetapi sistem apapun yang digunakan akan berkualitas baik apabila dilakukan oleh orang yang kompeten serta menggunakan bahan yang tepat dan memenuhi standar. Keterampilan yang diperlukan untuk mengerjakan listrik dapat diperoleh melalui pelatihan kelistrikan pada lembaga yang telah terakreditasi sehingga diharapkan akan memiliki sikap profesional dan dedikasi sesuai keahliannya.

Instalasi kabel berisolasi dan berselubung PVC

Sistem kabel berisolasi dan berselubung PVC digunakan secara luas untuk intalasi penerangan terutama instalasi soket kotak kontak di tempat tinggal atau rumah tangga. Kerusakan mekanis kabel yang disebabkan adanya abrasi, penetrasi, kompresi atau ketegangan harus diminimalkan. Pemasangan kabel umumnya menggunakan klip plastik yang dilengkapi dengan paku beton. Artinya, kabel dapat dipasang pada papan kayu, plester atau batu bata dengan mudah. Kabel harus dipasang secara horisontal atau vertikal dan tidak secara diagonal.



Gambar 3.1.: Pemasangan kabel lurus horisontal

Semua kekusutan kabel harus diluruskan dahulu sehingga kabel dapat dipasang lurus dan rapi antara klem satu dengan lainnya berjarak sama untuk memberikan ikatan kabel yang memadai.

Terminasi sambungan kabel dapat dibuat roset pada langit-langit, kotak persilangan atau pada soket atau switch asalkan tertutup sehingga bahan yang

berbahaya tidak mudah disentuh. Semua terminal harus dapat diakses saat pengujian, inspeksi dan pemeliharaan instalasi.

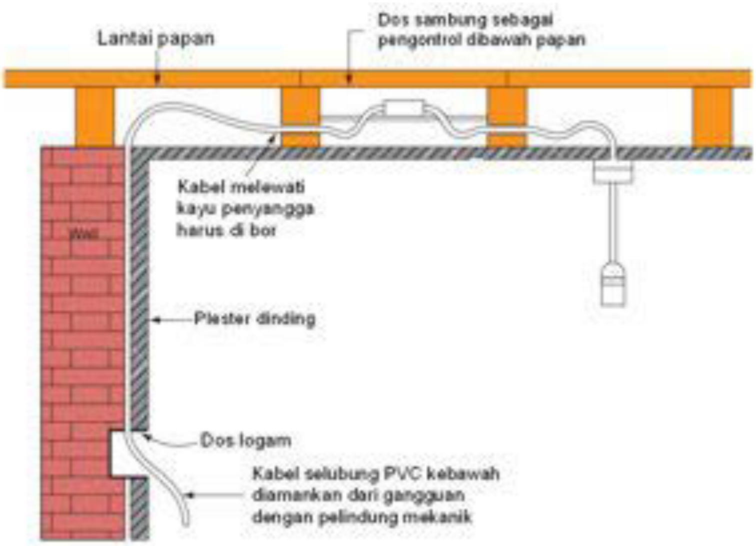
Tabel 3.1.: Jarak ikatan kabel (*antar klem*)

Jarak pengikat kabel (klem)								
Diameter semua dalam (mm)	Jarak maksimum klem							
	Kabel non-armour				Kabel armour		Isolasi mineral	
	Untuk Umum		Khusus (caravan)					
	Horisontal (mm)	Vertikal (mm)	Horisontal (mm)	Vertikal (mm)	Horisontal (mm)	Vertikal (mm)	Horisontal (mm)	Vertikal (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tidak lebih 9, lebih 9	250	400			–	–	600	800
Tidak lebih 15, lebih 15	300	400	250	400	350	450	900	1200
Tidak lebih 20, lebih 20	350	450			400	550	1500	2000
Tidak lebih 40	400	550			450	600	–	–

Catatan:
Jarak klem kabel semua yang berdiameter lebih dari 40 mm.
Untuk inti tunggal penampangnya 300 mm2 atau lebih.
Untuk jarak horizontal digunakan juga untuk belokan lebih dari 30.

n dinding,

ng dan



Gambar 3.2.: Sistem pemasangan kabel berselubung PVC didalam plesteran

Kabel PVC tidak akan bereaksi secara kimia dengan plester, seperti yang sudah dilakukan beberapa teknisi listrik kabel ini ditanam langsung pada plester.

Perlindungan selanjutnya dilakukan oleh kanal atau saluran tetapi hanya bila diperlukan perlindungan terhadap gangguan mekanis dengan adanya paku atau sekrup memungkinan dapat mengganggu. Namun, sekarang kita disarankan bahwa bila kabel PVC harus tertanam dalam dinding atau partisi pada kedalaman kurang dari 50 mm mereka harus dipasang sepanjang salah satu rute yang diizinkan ditunjukkan pada Gambar 14.22. dan Gambar 14.21. Untuk mengidentifikasi rute kabel yang paling memungkinkan kita aman yaitu diluar zona dibentuk oleh 150 mm perbatasan di sekitar tepi dinding, kabel hanya dapat dipasang secara horizontal atau vertikal ke titik atau komponen kecuali ia masuk ke area dalam kandang (rumah atau selungkup) yang dilengkapi dengan pembumian, seperti saluran yang dapat menahan penetrasi paku, sekerup, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.22.

Dimana aksesori atau kabel dipasang tetap pada dinding dengan ukuran tebal kurang dari 100 mm, perlindungan juga harus dilakukan pada sisi dinding, sebaliknya jika posisi dapat ditentukan.



Gambar 3.3.: Model dos sambung dan klem

Bila tidak ada perlindungan yang memungkinkan memenuhi syarat dan instalasi akan digunakan oleh orang-orang biasa, maka jaringan harus diberi tambahan perlindungan dengan RCD dengan arus bocor nominal $I_{\Delta N} = 30\ mA$. Dimana kabel menembus dinding, lantai dan langit-langit lubang harus dibuat dengan bahan tahan api yang baik seperti semen atau plester untuk menahan

penyebaran api. Kabel yang melalui kotak logam harus dicegah tergores. Karet sebagai pengisolir logam dipasang untuk mencegah abrasi kabel. Lubang dibor didalam balok lantai dimana kabel ditanam 50 mm di bawah bagian atas atau 50 mm diatas bagian bawah anak balok dengan tujuan untuk mencegah kerusakan kabel dengan adanya paku atau benda runcing lainnya. Seperti ditunjukkan pada Gambar 14.23. Kabel PVC tidak boleh dipasang ketika suhu sekitar berada dibawah 0°C atau ketika suhu kabel telah mencapai dibawah 0°C yang berlangsung selama 24 jam sebelumnya. Hal ini karena isolasi akan menjadi rapuh pada suhu rendah dan dapat rusak selama pemasangan.

Coba ini

Definisi

Definisikan apa yang dimaksud dengan orang yang kompeten?

Instalasi pipa

Pipa adalah tabung, saluran atau pipa yang digunakan untuk mengisolasi konduktor didalamnya. Saluran ini, pada dasarnya menggantikan selubung luar kabel PVC untuk memberikan perlindungan mekanis pada kabel didalamnya. Sebuah instalasi dapat dikawati ulang dengan mudah atau dapat diubah setiap saat. Dengan fleksibilitas seperti ini ditambah adanya perlindungan mekanis membuat instalasi pipa populer digunakan pada bangunan komersial dan industri. Ada tiga jenis pipa yang digunakan dalam pekerjaan instalasi listrik: pipa baja, PVC dan pipa fleksibel.

Pipa baja

Pipa baja yang dibuat dengan spesifikasi yang didefinisikan oleh BS 4568 ukura, berat dan dapat dilas.



Gambar 3.4.:

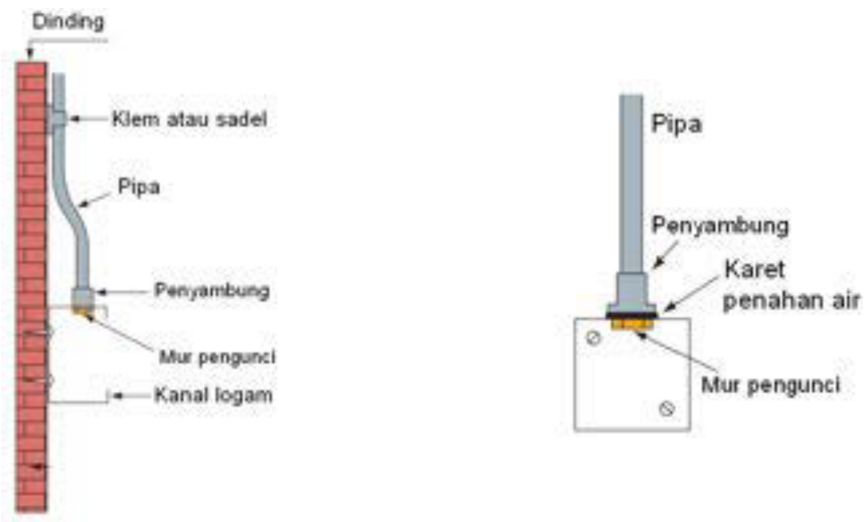
Pipa baja Galvanis

Pipa terbuat dari lembaran baja dilas sepanjang jahitan untuk membentuk tabung selanjutnya digunakan untuk sebagian besar pekerjaan instalasi listrik. Ukuran, berat, permukaannya halus mulus harganya jauh lebih mahal dan hanya digunakan khusus untuk area gas, tahan ledakan atau instalasi tahan api. Conduit tersedia ukuran panjang 3,75 m dan ukuran spesifik adalah 16 , 20 , 25 dan 32 mm. Sedangkan sistem American Standard Association (ASA) ukurannya mulai 16 ft sampai 22 ft, dengan diameter pipa menurut Nominal Pipe Size (NPS) ukurannya adalah 1/8 sampai 30 inchi.

Diameter pipa dan fitting dinyatakan dalam bentuk diameter nominal . Diameter nominal tidak merupakan diameter dalam atau diameter luar, untuk pipa baja diameter nominal mempunyai pipa dan perlengkapan disediakan dalam lapisan hitam untuk penggunaan didalam dan finishing galvanis digunakan pada permukaan luarnya supaya tahan lembab. Berbagai perlengkapan tersedia misalnya pelana atau kait pipa, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.24. Pipa logam dapat dibuat ulir dengan menggunakan mesin bending khusus. Saluran logam juga digunakan sebagai penghantar pembumian, karena itu semua koneksi harus kuat dan semua ujung bagian dalam dan luarnya harus digerinda dihaluskan sehingga kabel tidak akan rusak jika ditarik. Pipa logam yang dimasuki kabel sirkit a.c. seyogyanya terdiri hantaran fase dan netral dalam saluran yang sama hal ini mencegah arus eddy, yang akan mengakibatkan saluran logam menjadi panas.

Pipa PVC

Saluran pipa PVC yang digunakan pada instalasi listrik yang khas adalah standar ukuran, berat pipa. Ukuran dan jarak berbagai peralatan pemasangannya sama dengan pipa logam. Pipa PVC ujungnya paling sering disambungkan pada dos atau badan komponen listrik dan dengan larutan perekat PVC atau lem. Pipa PVC ini bisa langsung ditekuk menggunakan per pipa dengan diameter yang sama dimasukan kedalam pipa tersebut.



Gambar 3.5.: Pemasangan pipa pada dinding dan komponen atau dos listrik

Pipa yang didalamnya ada per pembengkoknya diletakan pada lutut kemudian didorong ke titik bengkokan yang diinginkan. Pastikan bahwa pipa tersebut telah membentuk radius bengkokan.



Gambar 3.6. :

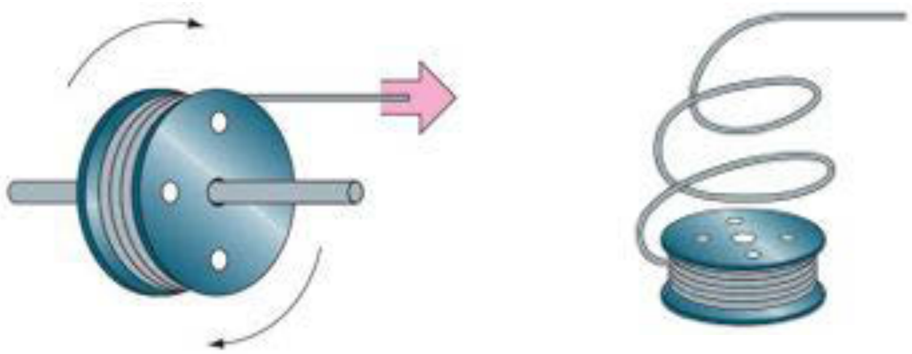
Per pembengkok pipa PVC

Jika diinginkan hasil bengkokannya meyakinkan dapat dipakai alat bantu mal. Jika sifat atau karakteristik pipa tidak mudah dibentuk, maka dapat menggunakan banturan pemanas (blower).

Sebelum dibengkok hangatkan pipa yang didalamnya sudah dimasuki per pembengkok, pela-pelan. Setelah cukup, cari kain basah untuk mengusap pipa yang telah bengkok tetapi masih

hangat. Hasilnya akan relative lebih sempurna. Keuntungan dari sistem pipa PVC adalah bahwa pemasangannya lebih cepat dari

pada pipa baja dan anti korosi, tetapi tidak memiliki kekuatan mekanik sekuat pipa baja. Pipa PVC ini tidak cocok untuk instalasi dengan suhu di bawah 25°C atau diatas 60°C. Bilamana pada suhu sekitar ruang atau perlengkapan listrik melebihi batas kemapuan PVC maka PVC akan lumer. Oleh karena itu keadaan ini harus dicegah jangan sampai menjalar kemana-mana. Semua komponen instalasi dan pipa harus dibangun terlebih dahulu sebelum kabel dimasukan dan disambungkan pada perlengkapan listrik. Jari-jari tikungan disemua saluran tidak boleh menyebabkan kabel mengalami kerusakan akibat adanya tarikan dan gesekan dengan pipa atau lainnya. Semua pipa ujung akhirnya harus dimasukan kotak atau alat kelengkapan listrik jika menggunakan kabel tanpa selubung, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.25. Setiap pipa masuk kotak yang tidak terpakai harus dalam kondisi kosong dan semua kotak ditutupi dengan tutup atau aksesorinya.



Gambar 3.7.: Cara menarik kabel dengan tarikan atau dipegang mengikuti spiral

Kabel harus dimasukkan ke dalam pipa dengan cara dijaga kabel tidak melilit dan menjadi bengkok di dalam pipa tersebut . Isolasi kabel tidak boleh rusak oleh tepian kotak logam saat ditarik. Kabel dapat ditarik dengan kawat atau seutas tali nylon khusus jika tarikan kabelnya panjang .



Pipa fleksibel

Saluran pipa fleksibel terbuat dari spiral logam dengan ditutupi sleeving PVC. Pipa ini tidak dapat diandalkan untuk menyediakan jalur pembumian secara terus menerus dan akibatnya harus disiapkan hantaran pembumian secara terpisah, harus dipasang baik didalam atau diluar pipa fleksibel. Saluran fleksibel digunakan untuk rangkaian akhir motor sehingga getaran motor tidak menjalar di seluruh instalasi listrik dan untuk memungkinkan modifikasi posisi motor dan pengaturan pengikatanpipa.

Kapasitas pipa

Kabel tunggal berisolasi PVC biasanya ditarik kedalam pipa dipasang untuk usaha melindungi kabel saat menyelesaikan instalasi. Setelah memutuskan jenis, ukuran dan jumlah kabel yang dibutuhkan untuk rangkaian akhir, maka perlu dipilih ukuran pipanya untuk menampung kabel tersebut. Gambaran "faktor sistem" dalam menentukan ukuran pipa yang dibutuhkan untuk dimasuki sejumlah hantaran kabel tersebut. Table 14.6 dan Table 14.7 dengan method berikut:

- Identifikasi faktor kabel untuk ukuran hantaran tertentu, lihat Tabel 14.6.
- Kalikan faktor kabel dengan jumlah hantaran, untuk memberikan jumlah faktor kabel.
- Identifikasi bagian yang sesuai dari tabel faktor pipa yang diberikan sepanjang saluran dan jumlah bengkokan, lihat Tabel 14.7
- Ukuran pipa yang benar untuk mengakomodasi kabel bahwa pipa memiliki faktor yang sama atau lebih besar dari jumlah faktor kabel.

Table 3.2: Faktor kabel

Faktor kabel dengan pipa panjang lebih dari 3 meter		
Tipe kabel	Penampang hantaran (mm2)	Faktor kabel
Stranded atau solid	1	16
	1.5	22
	2.5	30
	4	43
	6	58
	10	105
	16	145
	25	217
Radius dalam bengkokan pipa tidak kurang dari 2.5 kali diameter luar pipa		



contoh 1

Enam kabel berisolasi PVC mempunyai penampang 10 m^2. Tentukan ukuran minimum pipa untuk kabel ini.

Dari Tabel 14.6 :

Faktor untuk satu kabel 2,5 mm^2 = 30

contoh 1

Enam kabel berisolasi PVC mempunyai penampang 10 m^2. Tentukan ukuran minimum pipa untuk kabel ini.

Dari Tabel 14.6 :

Faktor untuk satu kabel 2,5 mm^2 = 30

Jumlah faktor kabel = 6 x 30 = 180

Dari Tabel 14.7, pipa 25 mm, panjang 10 m dan mengandung dua bengkokan, memiliki faktor 260 . Pipa dengan 20 mm yang mengandung dua bengkokan hanya memiliki faktor 141 yang kurang dari 180 , jumlah dari faktor kabel dan oleh karena itu, pipa 25 mm adalah ukuran minimum untuk dimasuki enam kabel ini.

Contoh 2

Sebanyak sepuluh kabel isolasi PVC dengan penampang 1,0 mm^2. Harus ditarik ke dalam pipa plastik yang panjangnya 6 m antara kotak dan satu tikungan. Dilengkapi penghantar pengaman 4,0 mm berisolasi PVC. Tentukan ukuran minimum pipa kabel tersebut. Dari Tabel 14.6 :

Faktor kabel untuk satu kabel 1,0 mm = 16

Faktor kabel untuk satu kabel 4,0 mm = 43.

Jumlah faktor kabel = (10z16) + (1x43) = 203

Dari Tabel 14.7,Pipa dengan diameter 20 mm, dengan panjang 6 m berisi satu bengkokan memiliki faktor 233. Untuk pipa diameter 16 mm mengandung satu bengkokan hanya memiliki faktor 143 yang kurang dari

203. Jumlah dari faktor kabel dan oleh karena itu pipa dengan diameter 20 mm adalah ukuran minimum kabel ini.

Table 3.3: Faktor pipa kabel

Panjang (m)	Diameter pipa															
	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32	16	20	25	32
	Lurus				Satu jalur				Dua jalur				Tiga jalur			
1					188	303	543	947	177	286	514	900	158	256	463	818
1.5					182	294	528	923	167	270	487	857	143	233	422	750
2					177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692
2.5					171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643
3	A and B				167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600
3.5	179	290	521	911	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563
4	177	286	514	900	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529
4.5	174	282	507	889	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500
5	171	278	500	878	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474
6	167	270	487	857	143	233	422	750	111	182	333	600				
7	162	263	475	837	136	222	404	720	103	169	311	563				
8	158	256	463	818	130	213	388	692	97	159	292	529				
9	154	250	452	800	125	204	373	667	91	149	275	500				
10	150	244	442	783	120	196	358	643	86	141	260	474				

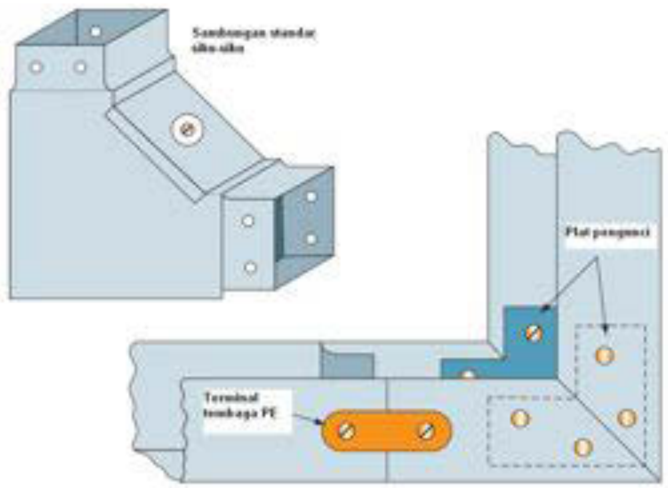
Faktor tambahan : **Diameter 38 mm, faktor 1,4 x 32 mm**
Diameter 50 mm, faktor 2,6 x 32 mm
Diameter 63 mm, faktor 4,2 x 32 mm

Instalasi trunking

Instalasi trunking adalah saluran yang disediakan untuk perlindungan kabel, biasanya penampang bentuk persegi atau persegi panjang dan memiliki satu sisi terbuka. Trunking dapat dianggap sebagai sistem saluran kabel yang lebih mudah diakses, dipakai untuk instalasi industri dan komersial. Sebuah sistem trunking memiliki fleksibilitas tinggi bila digunakan untuk penyambungan dengan

pipa atau dengan asesoris trunking untuk membentuk kerangka kerja sebuah instalasi. Ketika sebuah perubahan atau tambahan pemasangan beban listrik maka instalasi dapat disambung dengan mudah. Hanya dengan mengebor lubang pada trunking dan menyambung jaringan ke titik baru. Kabel baru kemudian dapat ditarik melalui saluran baru dan trunking yang ada ke titik pasokan.

Trunking logam tersedia dalam ukuran panjang 3 meter. Dengan berbagai ukuran penampang trunking yang diukur dalam milimeter yaitu: 50x50 hingga 300x150. Kebanyakan trunking diperdagangkan dengan bahan baja atau plastik.



Gambar 3.8.: Rakitan kanal logam, belok 90^0

Tranking logam

Trunking logam terbentuk dari lembaran baja ringan, dilapisi dengan cat abu-abu atau silver untuk bagian dalamnya atau dilapisi galvanis dengan proses kimia listrik. Tujuannya untuk menahan kondisi lembab disekitar ruangan yang mungkin dihadapi trunking. Berbagai macam aksesoris tersedia seperti bengkokan 45°, 90°, tees, persilangan dan lainnya. Atau, bends, reducer dapat dipasang sepanjang trunking, seperti ditunjukkan pada Gambar 14.27. Asesoris

trunking logam sangat tepat dibuat standar misalnya bends, tees, reducer dan crosser. Saat pemasangan sangat efisien jika menggunakan asesoris yang ada daripada membuat model sendiri dengan resiko membutuhkan energy dan waktu yang tidak sedikit.

Trunking PVC

Trunking dan aksesorisnya PVC juga cocok untuk menghindari pesatnya pengarauh bahan. Aksesori biasanya dipasang kuat dan aman dengan larutan perekat sepanjang trunking, seperti pada pemasangan pipa PVC akan mudah diinstal dan non-korosif. Sebuah penghantar pengaman PE yang diperlukan dapat dipasangkan secara terpisah. Trunking PVC mungkin memerlukan lebih banyak bahan asesoris karena PVC kurang kaku dibandingkan trunking logam. Semua bahan-bahan yang dipakai asesoris harus menggunakan sekrup berkepala bundar untuk mencegah kerusakan pada kabel. Sepanjang kita menggunakan lembaran PVC tipis tidak mungkin akan menggunakan kepala sekrup countersink, akan mengganggu kabel.

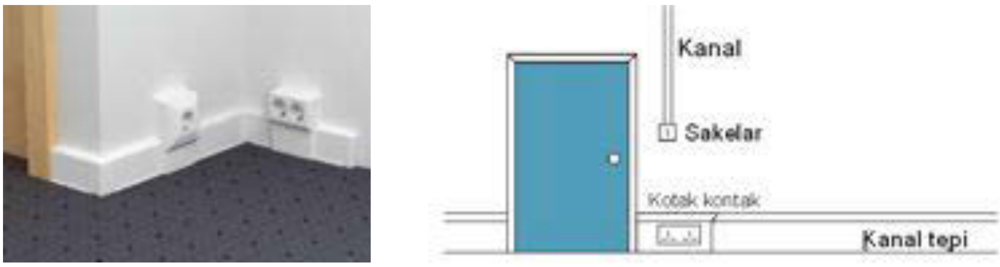
Trunking mini

Adalah trunking PVC dimensi kecil, cocok untuk jaringan kabel pada permukaan dinding pada instalasi rumah tangga dan komersial seperti kantor. Trunking memiliki penampang 16x16 mm; 25x16 mm; 38x16 mm atau 38x25 mm dan oleh karenanya

sangat ideal untuk pemasangan sebuah sakelar pada dinding atau pada perumahan sebagai sirkit tambahan seperti telepon atau kabel peralatan audio. Sakelar kotak dan soket dilengkapi dengan trunking mini akan sangat mudah untuk menginstal kabel pada komponen listrik (lihat Gambar 14,28).

Skirting trunking

Skirting trunking adalah trunking dibuat dari PVC atau baja dan dalam bentuk papan, skirting sering digunakan pada bangunan komersial seperti rumah sakit, kantor laboratorium dan keperluan lain. Trunking ini dipasang di sekitar dinding kamar, baik setingkat dengan papan skirting atau setinggi meja kerja dan berisi kabel untuk soket dan titik telepon yang terpasang pada tutupnya seperti ditunjukkan pada Gambar 14.28.

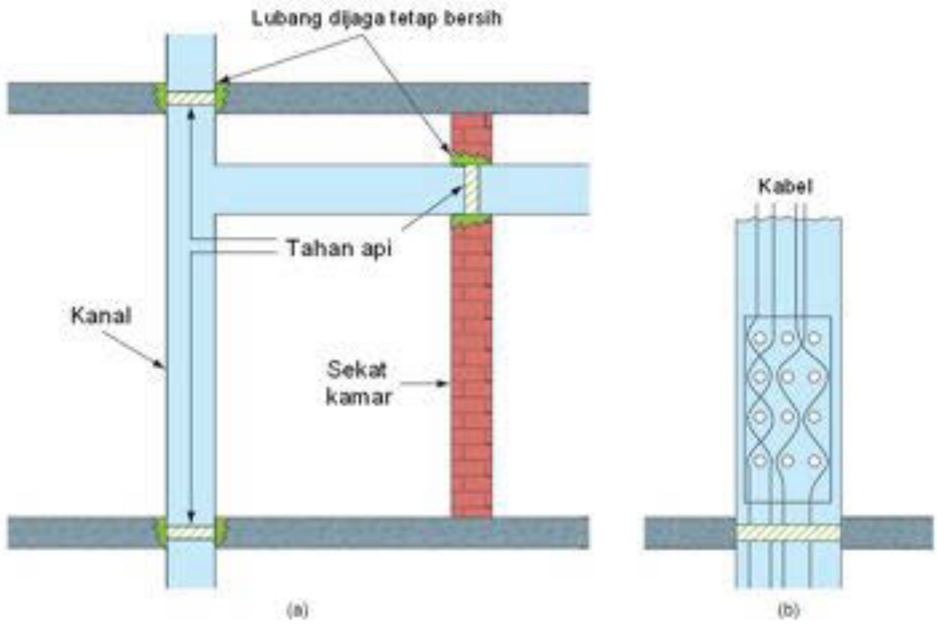


Gambar 3.9.: Skirting trunking dan sakelar

Dimana trunking melewati dinding, partisi, langit-langit atau lantai baik panjang maupun pendek tutupnya tetap harus dipasang pada setiap ujung sampai ke ujung lainnya. Setiap kerusakan atau pembongkaran struktur bangunan harus dibuat baik kembali dengan adukan semen, plester atau beton untuk mencegah penyebaran bahaya api jika terjadi lubang yang menganga. Rintangan kebakaran harus dipasang didalam trunking tersebut setiap 5 meter atau pada setiap tingkat lantai atau dinding pemisah ruang, jika jarak ini adalah lebih pendek seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.29 (a). Dimana trunking dipasang secara vertikal, kabel harus disediakan topangan sehingga panjang maksimum kabel tanpa selubung kabel tidak melebihi 5 m. Gambar 14.29 (b) menunjukkan kabel ditopang bersilang oleh pin yang berisolasi sebagai salah satu metode penopang kabel vertikal.

Kabel berisolasi PVC biasanya dipasang pada pipa vertikal atau diletakkan pada trunking vertikal. Petunjuk dilapangan hanya memberikan faktor saluran hingga 32 **mm**^{2}, bahwa saluran yang lebih besar dari ukuran 32 **mm**^{2} jarang atau tidak

umum digunakan. Tetapi kabel dengan ukuran lebih besar dari 32 **mm²** banyak diperlukan karena sejumlah besar ukuran konduktor umumnya lebih ekonomis dan nyaman bila digunakan trunking.



Gambar 3.10.: Pemasangan kanal (a) dan penopang kabel pada kanal (b)

Kapasitas trunking

Rasio ruang yang ditempati oleh semua kabel pada trunking lengkap dengan tutup dikenal sebagai faktor ruang. Dimana ukuran dan jenis kabel serta trunking tidak dilampirkan pada tabel petunjuk dilapangan. Bahwa faktor ruang 45% tidak boleh dilampaui. Ini berarti bahwa kabel pada trunking tidak lebih dari 45%. Tabel sudah memperhitungkan faktor ruang. Untuk menghitung ukuran trunking yang dibutuhkan untuk mewadahi sejumlah kabel:

- Identifikasi faktor kabel sesuai ukuran hanataran, lihat Tabel 14.8.
- Kalikan faktor kabel dengan jumlah konduktor untuk memberikan jumlah dari faktor kabel.



- Pertimbangkan faktor-faktor trunking yang ditunjukkan pada Tabel 14.9. Ukuran trunking yang nyata untuk mewadahi kabel adalah bahwa trunking memiliki faktor persamaan atau lebih besar dari jumlah faktor kabel.

Contoh:

Hitung ukuran minimum saluran kabel yang dibutuhkan untuk mengakomodasi kabel PVC single-core berikut :

20x1,5 mm konduktor padat
20x2,5 mm konduktor padat
21x4,0 mm stranded
16x6,0 mm stranded

Dari Tabel 14.8, faktor kabel adalah:

1,5 mm solid 8.0
2,5 mm solid 11,9
4,0 mm stranded 16,6
6,0 mm stranded 21.2

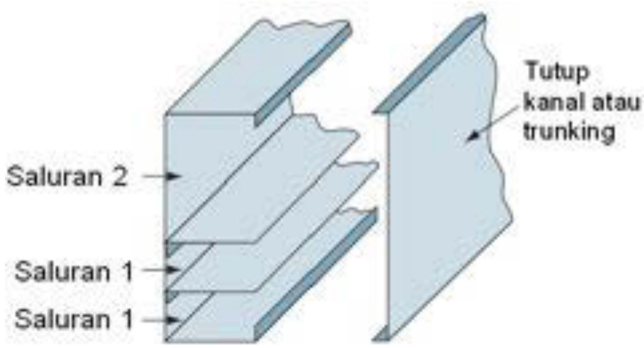
Jumlah ketentuan kabel adalah:
(20x8.0)+(20x11,9)+(21x16,6)+(16x21,2) = 1.085,8.

Dari tabel 14. → 9,75 x 38 mm trunking memiliki faktor 11.46 dan karena itu ukuran trunking minimum dapat menampung seluruh kabel ini adalah **75 x 38 mm**, meskipun ukurannya lebih besar, katakanlah **75 x 50 mm,** akan tetapi jika ukuran ini tersedia diperdagangan dapat dipilih sebagai ukuran yang dipakai.

Pemisahan jaringan

Dimana instalasi terdiri dari sistem tegangan rendah dan tegangan ekstra rendah seperti sirkit listrik penerangan dan listrik alarm kebakaran maupun sirkit telekomunikasi maka ketiganya harus dipisah atau memisahkan untuk

mencegah terjadinya kontak listrik. Untuk tujuan itu peraturan ini mengidentifikasi berbagai sirkit salah satu dari dua band sebagai berikut: *Band I* atau saluran 1: telepon, radio, bel panggilan dan alarm pencuri, sirkit darurat untuk alarm kebakaran dan pencahayaan darurat. *Band II* atau saluran 2 adalah untuk rangkaian instalasi daya atau utama.



Gambar 3.11..: Pemisahan saluran kabel pada trunking.

Ketika sirkit saluran 1 terisolasi dengan tegangan yang sama dengan sirkit saluran 2, keduanya dapat ditarik ke dalam satu kompartemen (saluran) yang sama. Ketika trunking terdapat rintangan logam kaku sepanjang tray, maka trunking yang sama dapat digunakan untuk menjepit kabel dari saluran terpisah tanpa tindakan pencegahan lebih lanjut dengan ketentuan bahwa setiap band dipisahkan oleh penghalang seperti ditunjukkan pada Gambar 3.11. Untuk tray bahan PVC multi kompartemen tidak dapat diberikan perlakuan seperti tray bahan galvanis.

Instalasi kabel tray

Kabel tray adalah saluran lembaran baja dengan beberapa lubang. Yang paling umum tray juga tersedia dengan finishing dilapisi galvanis. Tetapi tray bahan PVC sekarang digunakan secara luas pada instalasi industri dan komersial besar untuk mendukung kabel MI dan SWA yang diletakkan di atas tray kabel dan dijamin kabel terikat kuat melalui lubang-lubang tray.

Kabel tray harus cukup kuat ditopang oleh ikatan yang sesuai untuk instalasi tertentu. Kabel tray harus kuat diikat dengan baut dan mur berkepala bundar, dengan putaran kepala didalam tray sehingga kabel saat ditarik sepanjang tray tidak rusak atau lecet. Tray dalam perdagangan tersedia dalam ukuran lebar standar 50-900 mm dan berbagai sudut bengkokan horizontal *bends*, bengkokan vertical *tee* dan pengecil tersedia *reducer*.



Gambar 3.12.: Asesori trunking: Bends, Tees, Cross dan Reducers.

Tray juga bisa dibuat belokan dengan menggunakan mesin lentur kabel tray, pada saat membuat lengkungan dengan menggunakan detail sambungan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12. Tray harus dipasang aman, lurus dibaut berkepala bundar untuk sepanjang tray dan dipasang aksesoris jalur pembumian sehingga secara terus menerus tersambung dengan hantaran pengaman pentanahan.

Instalasi kabel PVC / SWA

Kabel berisolasi PVC berselubung kawat baja sekarang banyak digunakan pada instalasi industri dan sering diletakkan di atas kabel tray. Jenis instalasi ini memiliki keuntungan dari segi fleksibilitas yang memungkinkan dimodifikasi dengan cepat sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Kabel memiliki kawat baja armour yang akan memberikan perlindungan mekanik dengan baik. Harus diingat bahwa, ketika terjadi beberapa kabel dikelompokkan dalam satu selubung

nilai kapasitas arus kabel akan berkurang sesuai dengan faktor koreksi yang diberikan pada tabel masing-masing produk.

Penanganan kabel mudah selama pemasangan instalasi, lentur dan dapat diatur dan dibengkok hingga radius delapan kali diameter kabel. Isolasi PVC akan menjadi rusak jika dipasang pada suhu kamar lebih dari 70°C atau dibawah 0°C, tetapi setelah kabel diinstal dapat beroperasi pada suhu rendah. Ujung-unjung kabel dapat dipasang terminal biasa dengan mengpresnya, kompresi pada kawat baja armour memberikan sambungan bumi antara switchgear dan kabel.

Instalasi kabel MI (mineral insulated)

Kabel berisolasi mineral disediakan untuk jaringan umum sebagai:

- Kabel MI ringan untuk tegangan hingga 600 V dan ukuran kabel 1,0 -10 mm^2.
- Kabel MI berat untuk tegangan diatas 1000 V dan ukuran dari 1,0 - 150 mm^2.

Kabel yang disediakan berselubung telanjang atau dengan selubung PVC, selubung memberi perlindungan mekanis pada semua situasi terjadinya gangguan. Perlindungan tersebut memungkinkan kabel diletakkan langsung didalam tanah atau dalam saluran atau mungkin dipasang langsung diatas kanal kabel, dipipa atau pada struktur bangunan. Hal ini dapat dilakukan karena bebas pengaruh air, minyak atau cairan yang digunakan pada perlengkapan kelistrikan serta dapat menahan suhu yang sangat tinggi atau bahkan api.

Ukuran diameter kabelnya kecil, jika dibandingkan dengan kapasitas arus yang melewatinya serta mampu bertahan lama jika dipasang dengan prosedur yang tepat dan benar sesuai aturan. Karena bahannya terbuat dari bahan anorganik makanya karakteristik kabel ini menjadi ideal untuk jaringan sementara, boiler, tungku, pompa bensin dan instalasi pabrik kimia. Kabel tersedia dalam gulungan dan harus ditarik secara manual selama pengerjaan instalasi listrik dan saat menarik kabel harus dijaga agar tidak lepas seperti gulungan spiral.



Pekerjaan dengan kabel ini tergolong ekstra berat dalam proses penyambungannya. Hal ini dikarenakan selubung tembaga luarnya kaku dan keras sehingga dapat menyebabkan goresan. Selubung luar kabel tidak boleh ditembus atau tergores, jika udara lembab memasuki isolasi magnesium oksida akan menyebabkan penurunan kemampuan isolasi. Untuk mengurangi risiko tersebut selubung luar kabel harus diluruskan dan dibentuk dengan memukuli menggunakan palu atau balok kayu atau palu baja selama mengerjakan instalasi. Ketika membengkok kabel MI radius tikungan seharusnya tidak menyebabkan kabel menjadi rusak strukturnya dan pengikatan dengan klem harus cukup mampu menyangga beban berat kabel. Kabel harus disiapkan untuk terminasi dengan menggosok lapisan selubung tembaga luarnya. Untuk mengupas inti hantaran tembaga dapat dicapai menggunakan alat yaitu pisau pengupas atau jika hanya beberapa kabel yang harus dikupas bagian terluar selubungnya dapat dihilangkan dengan sisi balik pada pisau pemotong. Ketika inti hantaran telah terkupas maka selubung bagian luar harus dipotong persegi (siku) untuk persiapan pemasangan terminasinya.

Semua bekas magnesium oksida bubuk harus dibersihkan dari konduktor dengan kain bersih. Hal ini untuk mencegah lembab akibat penetrasi udara melalui tutup (seal) yang berongga kapiler. Ujung kabel harus diberi terminal khusus untuk mencegah masuknya udara lembab. Untuk menutup bagian sambungannya harus diisi dengan bahan senyawa yang ditekan kedalam pada satu sisi saja untuk mencegah terbentuknya kantong udara. Perakitan ini cocok untuk suhu kerja sampai 105° C. Senyawa lain sebagai penutup sambungan adalah bubuk kaca, sehingga suhu kerja mampu hingga 250° C. Konduktor tidak bisa dikenali selama proses pembuatan, baru kemudian perlu diidentifikasi setelah ujungnya ditutup dengan terminasi. Sederhananya, kontinuitas dengan uji polaritas akan dijelaskan nanti dalam bab ini. Dengan mengidentifikasi lengan hantaran dapat diidentifikasi dengan spidol berwarna.

Koneksi kabel MI dapat dilakukan langsung ke motor, tetapi untuk mengurangi getaran seputar lingkaran yaitu 360° ujung sambungannya harus dibuat terminasi. Jika ternyata getaran berlebih dari yang diharapkan, kabel MI dapat dilakukan penyambungannya pada kotak terminal dan dari kotak pada rangkaian akhir dibuat dengan saluran fleksibel. Kabel tembaga MI dapat menimbulkan

pengerakan warna hijau pada permukaan tembaga, bahkan ketika terkena atmosfer. Kejadian ini tidak membahayakan dan tidak harus dibersihkan. Namun, jika kabel terkena pengaruh kondisi lingkungan yang memungkinkan mendorong korosi, maka keseluruhan kabel MI harus dipilih menggunakan selubung PVC.

Methode pemasangan perlengkapan listrik

Sebuah hantaran dapat dipasang pada trunking atau pipa. Kabel dapat dipasang langsung pada permukaan atau diletakkan menggunakan kanal kabel. Sistem ini paling sesuai pada instalasi tertentu. Pemasangan yang dipilih akan tergantung pada spesifikasi yang diinginkan, apakah bangunan pabrik, bagaimana jenis instalasinya, domestik, komersial atau tergolong untuk industri. Adalah penting bahwa sistem pengkabelan dan metode pemasangan yang dipersiapkan untuk jenis instalasi tertentu dan kompatibel dengan struktur bahan bangunan yang digunakan. Instalasi listrik harus disesuaikan dengan kondisi pemasangannya, tidak boleh merusak struktur bangunan atau melemahkan balok bantalan pembebanan atau tiangnya.

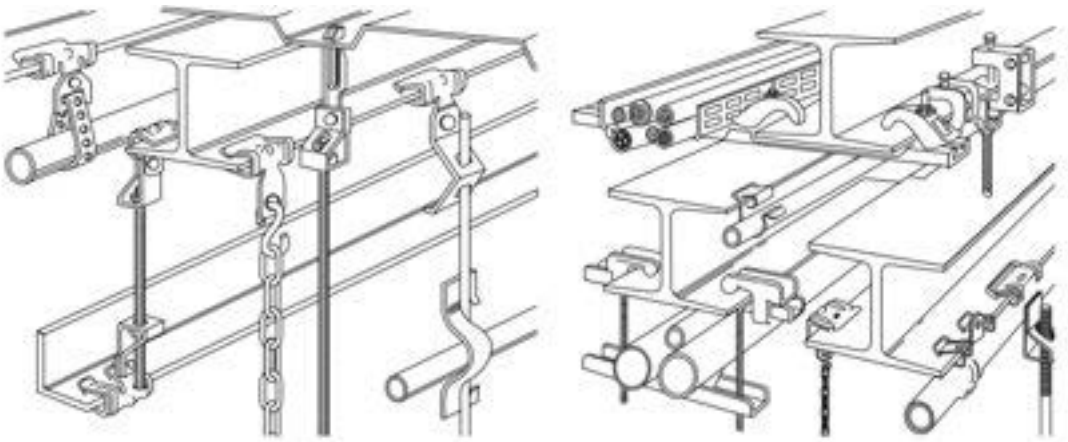
Perancang instalasi harus bertanya pada diri sendiri pertanyaan-pertanyaan berikut:

- Apakah sistem kabel ini memenuhi spesifikasi kontrak?
- Apakah sistem kabel kompatibel dengan instalasi peralatan tertentu?
- Apakah diperlukan peraturan khusus seperti pada instalasi pertanian dan hortikultura (rumah pembibitan), kolam renang atau instalasi tahan api?
- Apakah tipe instalasi listriknya dapat diterima estetikanya dan kompatibel dengan bahan struktur lainnya?

Teknisi listrikpun harus bertanya pada diri sendiri pertanyaan-pertanyaan berikut:

1) Apakah saya menggunakan bahan dan peralatan memenuhi peraturan yang telah distandarkan dan sesuai spesifikasi kontrak?
2) Apakah saya menggunakan metode pemasangan sesuai dengan sistem pengkabelan dan komponennya?
3) Akankah bahan struktur akan menambahi beban jika kanal dan kabel akan ditempatkan di atasnya?
4) Apakah bahan-bahan pemasangan dan alat kelengkapan melemahkan struktur bangunan?
5) Akankah instalasi listrik dapat mengganggu pasokan dan jasa lainnya?
6) Akankah semua pemasangan terminal dan perlengkapan penyambungan setelah selesai pemasangannya dapat diakses.
7) Apakah bahan yang digunakan untuk instalasi listrik cocok dan satu tujuan dengan fungsi bangunan?
8) Apakah saya bekerja dengan aman dan efisien ?

Sebuah instalasi domestik biasanya disebut sistem instalasi berisolasi dan berselubung PVC. Kabel ini umumnya dipasang menggunakan klem kabel plastik gabungan dengan paku beton yang berarti bahwa kabel bisa dipasang pada kayu, plester atau dinding beton. Kabel harus dipasang lurus dan rapi antar klip jaraknya sama dan dapat memberikan ikatan kabel kuat serta memadai, sehingga tidak mudah rusak atau lepas. Sebuah instalasi komersial atau industri mungkin disebut sistem kabel dengan pipa atau trunking. Sebuah saluran adalah trunking, kanal atau pipa tetapi semua hantarannya harus berisolasi. Saluran ini, pada dasarnya menggantikan selubung kabel PVC dengan cara memberikan perlindungan mekanis pada inti kabel berisolasi. Sebuah instalasi pipa dapat dengan mudah proses pengkabelan instalasi dan fleksibel dapat dengan mudah diubah setiap saat. Dengan sebuah tambahan perlindungan mekanis, membuat instalasi pipa populer untuk aplikasi komersial dan industri. Pipa baja dan trunking baja bagaimanapun jauh lebih berat dari kabel tunggal dan oleh karena itu perlu adanya bahan-bahan pemegang yang kuat dan kokoh. Berbagai macam ukuran klem yang tersedia mampu menopang instalasi listrik dengan pipa, trunking dan kanal untuk instalasi komersial atau industri. Beberapa diantaranya ditunjukkan pada Gambar 3.13.

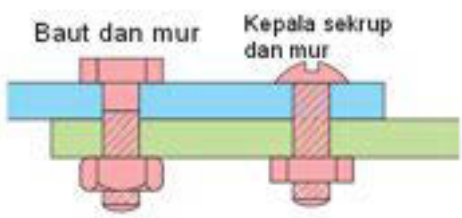


Gambar 3.13.: Profil baja penopang kabel atau pipa listrik

Mari kita lihat sedikit lebih detail pada bagian sambungan, penopang dan metode pengikatan sambungannya.

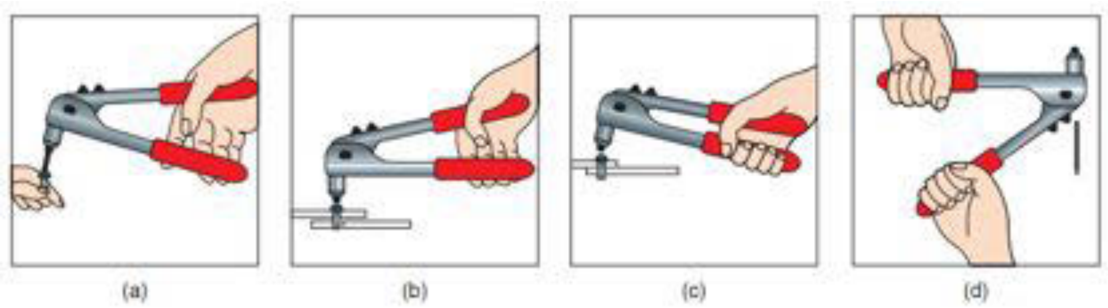
Teknik sambungan bahan

Plastik dapat disambung dengan lem yang sesuai. Logam dapat dilas, dibrazing atau disolder, tetapi metode yang paling populer pada penyambungan logam khusus pada instalasi listrik adalah dengan mur dan baut atau paku keling.



Gambar 3.14.: Penyambungan dengan baut dan mur

Sebuah mur dan baut dapat dipakai sebagai pengikat sambungan sementara karena bagian perbagian dapat dengan mudah dipisahkan kembali jika diperlukan dengan cara membuka mur dan baut. Sedangkan sebuah paku keling adalah dipakai sebagai pengikat logam secara permanen karena bagian yang terpaku bersama-sama tidak dapat dengan mudah dipisahkan lagi.



Gambar 3.15.: Penyambungan dengan rivet (keling)

Dua potong logam yang diikat atau disambung dengan baut dan mur atau dengan sekrup ditunjukkan pada Gambar 3.14. Sewaktu pemasangan kanal, pipa atau kabel listrik dapat diikat atau ditopang dengan klem logam atau non logam (PVC). Tentu diperlukan pengikatnya yaitu baut dan mur. Kepala sekrup atau baut diputar dengan alat yang sesuai misalnya kunci pas atau obeng. Penggunaan kedua alat dimaksudkan untuk mengurangi resiko kerusakan kepala baut atau mur. Sedangkan saat menyambung atau mengikat lembaran logam tipis dapat digunakan rivet. Paku keling khusus digunakan pada alat tangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.15.

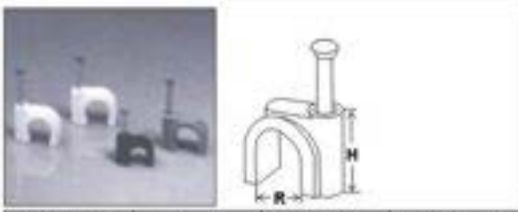
Bila memungkinkan bagian yang akan dikeling harus dijepit dan dibor bersama-sama dengan lubang sesuai dengan diameter paku kelingnya. Batang keling didorong ke dalam lubang yang disiapkan untuk memasukan paku keling sampai rata dengan hidung bush (a). Keling tersebut kemudian ditempatkan didalam lubang dan dilakukan penarikan paku (b). Lengan paku ditekan dan batang paku keling akan patah dengan sendirinya (c). Untuk melepaskan patahan paku rivet

dibalik kepalanya ke atas dan pegangan dibuka tajam. Batang akan rontok dan lepas (d).

Methode pemasangan klem kabel.

Kabel berisolasi dan berselubung PVC biasanya dapat langsung dipasang pada dinding dengan menggunakan paku klip atau klem PVC. Klip disediakan dalam berbagai ukuran untuk memegang kabel sesuai dengan dimensi kabel. Gambar 3.16. menunjukkan klip kabel PVC dan metode penopangan pada profil besi.

Tabel 3.4. : Ukuran paku klem kabel

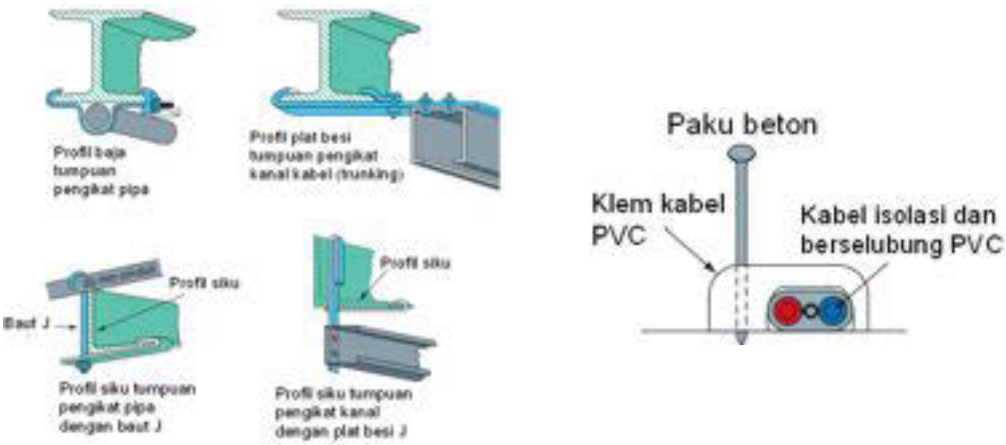


ITEM NO.	H (mm)	R (mm)	Nail (mm)
CC-4mm CC-5mm CC-6mm CC-7mm CC-8mm ~ CC-40mm	5.3mm 6.5mm 8.1mm 8.7mm 9.6mm ~ 45.2mm	4mm 5mm 6mm 7mm 8mm ~ 40mm	1.7x15mm 1.7x15mm 1.7x17mm 1.8-19mm 1.9x21mm ~ 3.4x60mm



Gambar 3.16.: Klem kabel dan klem pipa PVC

Penggunaan paku beton diharapkan dapat menembus bahan kayu, plester, batu bata dengan mudah. Jika pemasangan saluran kabel atau pipa terpaksa menempel batang profil besi maka dapat dibuat bentuk klem baru sesuai dengan permukaan profil besinya. Ukuran lebar dalam klem: 4, 5, 6, 7, 8, 9 ... 40 mm.

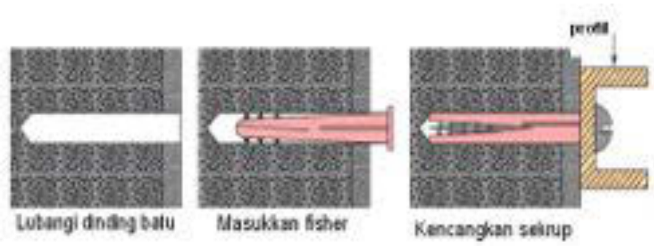


Gambar 3.17.: Profil penopang saluran pipa atau kanal dan paku klem kabel PVC

Ketika kabelnya panjang dan berat, pemasangan trunking, pemasangan pipa dan perlengkapanya harus disekrup atau dengan baut. Tidak masalah bila sekerup ditancapkan pada kayu. Tetapi ketika pemasangan klem pada batu bata, plester atau beton perlu mengebor terlebih dahulu. Klem pipa sesuai dengan ukuran pipa yaitu: 1/2; ¾; 1; 1-1/4 ; 1-1/2; 2; 2-1/2; 3; 4 dan 6 inchi.

Fischer (Plug plastic)

Sebuah plug plastik terbuat dari plastik terbelah setengah panjang, berongga untuk memungkinkan dapat mengembang atau ekspansi bila ditekan oleh sekerupnya. Setiap ukuran plug plastik dengan kode warna untuk mencocokkan ukuran sekrup kayu. Sebuah lubang batu dibor menggunakan mata bor beton dengan diameter yang sama dengan panjang fischer (lihat Gambar 3.18). Plug plastik dimasukkan ke dalam lubang didnding beton hingga ujungnya rata dengan dinding bata. Akhirnya, sekrup didorong masuk plug plastik sampai menjadi kuat dan akhirnya perlengkapan ditahan dengan aman.



Gambar 3.18.: Penggunaan fisher

Baut perisai jangkar

Yang paling terkenal baut mekar dibuat oleh Rawlbolt dan terdiri dari tempurung besi dibuat terbelah menjadi dua disalah satu ujungnya dan ujung lain dipasang ferrule baja dan klip pegas kawat. Pengetatan baut dengan cara menariknya,

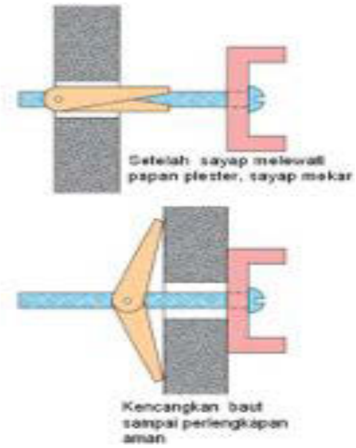
mengeraskan kepala baut dengan kunci sok atau lainnya. Akhirnya ujung tempurung akan mekar (mengembang) sehingga semakin memperkuat pegangan pada batu tersebut. Rawlbolts mempunyai tugas berat menahan beban (lihat Gambar 3.19) .



Gambar 3.19.: Baut perisai jangkar

Penguncian dengan sayap pegas

Sebuah baut dengan mur sayap berpegas memberikan alternatif metode lain pemasangan partisi pada dinding yang biasanya dipakai saat memasang eternit dengan pasangan profil peluncur. Eternit dan plester dinding pada langit-langit permukaan tidak cukup kuat untuk menahan beban tetap eternit jika langsung dipasang dengan fisher, tapi dengan memasang mur sayap pegas kekuatan menahan beban akan lebih besar sehingga dapat menambah kekuatan beban atau luasan eternit (lihat Gambar 3.20).



Gambar 3.20.: Penguncian dengan sayap pegas

Sebuah lubang yang telah dibor kemudian baut dimasukan, mur sayap pegas dipasangkan ke dalam baut. Kemudian ujung baut dengan pegas tersebut dimasukan melewati lubang dinding sampai muncul dibalik dinding kemudian sayap akan mengembang dan ujung sayap bertumpu pada didinding dengan kuat. Baut dikencangkan sampai kuat sehingga baut tidak dapat diputar-kencangkan lagi.

Ketika Anda telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini , memeriksa jawaban di bagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar.

1. Sebuah instalasi saluran baja akan cocok untuk jenis instalasi berikut:
   a . komersial
   b . domestik
   c . hortikultura
   d . industri.

2. Sebuah instalasi trunking baja cocok untuk jenis instalasi berikut :
   a . komersial
   b . domestik
   c . hortikultura



d . industri.

3. Manakah dari metode pemegangan (pengikat) yang cocok untuk memegang beban ringan pada partisi eternit :
   a . klip kabel
   b . Rawlbolt
   c . sekrup pengunci untuk steker plastik
   d . Pegas peubah .

4. Manakah metode pemegangan (pengikat) yang cocok untuk memegang beban berat pada dinding bata :
   a . klip kabel
   b . Rawlbolt
   c . sekrup pengunci untuk steker plastik
   d . Pegas peubah .

5. Manakah dari metode pemegangan (pengikat) berikut yang cocok untuk memegang kabel berisolasi PVC dan kabel berselubung pada permukaan kayu seperti kayu palang langit-langit :
   a . klip kabel
   b . Rawlbolt
   c . sekrup pengunci untuk steker plastik
   d . Pegas peubah .

6. Manakah dari metode pemasangan beban berikut yang cocok untuk sebuah motor listrik berat pada dinding beton :
   a . klip kabel
   b . Rawlbolt
   c . sekrup pengunci untuk steker plastik
   d . Pegas peubah.



Tugas:

1. Amati pasangan pipa, komponen listrik dan PHB, apakah lurus, tegak lurus atau ada sedikit miring.
2. Amati bagaimana atau dengan bahan apa komponen listrik tersebut dipasang atau ditempelkan.
3. Jika ada disekitarmu, ukurlah diameter pipa dan ukuran kanal kabel.



Pembelajaran 2

Sistem pemasangan dan pengujian

Kegiatan 4.

Instalasi dan sistem alarm

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) kabel penghantar
2) kode warna kabel
3) menyatakan persyaratan instalasi khusus yang dibutuhkan untuk:
    a) kamar mandi atau shower
    b) bangunan dan area pembongkaran
    c) pembibitan pertanian dan hortikultura
    d) area camping atau pasar malam
4) menjelaskan rangkaian alarm
5) rangakaian instalasi listrik darurat

Kabel penghantar

Kabel listrik didefinisikan sebagai konduktor yang berisolasi PVC atau karet digunakan untuk menyalurkan listrik dan perangkat terkait. Bab ini akan dijelaskan aspek-aspek umum dari kabel listrik yang digunakan untuk menyediakan listrik pada struktur bangunan yang kemudian sering disebut sebagai instalasi kabel. Masalah ini ditujukan untuk menjelaskan fitur umum dari kabel listrik yang mungkin berlaku di seluruh dunia. Untuk informasi mengenai kode listrik nasional tertentu, lihat Tabel 4.1. pada bagian berikutnya. Secara terpisah sudah mencakup transmisi tenaga listrik jarak jauh dan distribusi tenaga listrik.
Label uji kabel dimaksudkan untuk melindungi orang dan harta benda akibat sengatan listrik dan bahaya kebakaran . Peraturan dapat didirikan oleh kota, kabupaten, undang-undang provinsi / negara bagian atau nasional, biasanya dengan mengadopsi model dengan label produksi yang dikeluarkan oleh sebuah organisasi teknis pembuat standar, atau dengan kode listrik standar nasional. Kode listrik muncul pada 1880 di Amerika dengan pengenalan tenaga listrik

komersial. Banyak standar yang saling bertentangan dalam pemilihan ukuran kawat dan desain aturan lainnya untuk instalasi listrik.

Kode listrik pertama di Amerika Serikat berasal di New York pada tahun 1881 yaitu mengatur instalasi penerangan listrik. Sejak 1897 Asosiasi Nasional AS Proteksi Kebakaran yaitu sebuah asosiasi nirlaba swasta yang dibentuk oleh perusahaan asuransi telah menerbitkan Kode Listrik Nasional (NEC). Negara, kabupaten atau kota menggunakan NEC dengan memperhatikan perbedaan lokal dalam setiap kode bangunan lokal dengan referensi bersama. NEC dimodifikasi setiap tiga tahun. Ini adalah kode konsensus dengan mempertimbangkan saran dari pihak yang berkepentingan. Usulan-usulan yang dipelajari oleh komite para insinyur, pedagang , perwakilan produsen , pemadam kebakaran dan undangan lainnya .

Sejak 1927, Canada Standards Association (CSA) menghasilkan Standar Keselamatan untuk Instalasi Listrik sebagai dasar untuk kode listrik tingkat provinsi. CSA juga memproduksi kode listrik tingkat Kanada edisi 2006 dengan referensi IEC 60364 (kusus Instalasi Listrik untuk Bangunan) dan dinyatakan bahwa kode Pasal 131 membahas prinsip-prinsip dasar perlindungan listrik. Meskipun standar nasional AS dan Kanada berurusan dengan fenomena fisik yang sama dan tujuan secara umumnya sama, kadang-kadang mereka berbeda dalam teknis detail. Sebagai bagian dari program North American Free Trade Agreement (NAFTA), standar AS dan Kanada secara perlahan konvergen terhadap satu sama lain dalam proses yang dikenal sebagai harmonisasi.

Di negara-negara Eropa, upaya telah dilakukan untuk harmonisasi standar kabel nasional dengan standar IEC terutama pada IEC 60364 yaitu tentang instalasi listrik untuk bangunan . Oleh karena itu untuk standar nasional masing-masing mengikuti sistem yang identik per bagian dan bab. Namun, standar ini tidak ditulis dalam bahasa sedemikian rupa sehingga mudah dapat diadopsi sebagai kode kelistrikan nasional. Baik yang dirancang untuk penggunaan perdagangan listrik dan bagi inspektur untuk menguji pelaksanaan standar kelistrikan nasional. Sebaliknya, kode nasional seperti NEC atau CSA C22.1 umumnya sebagai contoh tujuan umum dari IEC 60364 tetapi tetap memberikan aturan khusus dalam berbagai bentuk yang memungkinkan untuk bimbingan mereka menginstal dan pemeriksa sistem listrik

Di Jerman, komisi untuk teknologi listrik, elektronik dan informasi DIN dan VDE adalah organisasi yang bertanggung untuk diberlakukannya standar listrik dan spesifikasi keselamatan. DIN VDE 0100 adalah peraturan kelistrikan di Jerman dokumennya telah diselaraskan dengan IEC 60364.

Di Inggris , instalasi kabel diatur oleh lembaga teknik dan teknologi persyaratan instalasi listrik: IEE Peraturan instalasi, BS 7671 : 2008 , yang diselaraskan dengan IEC 60364 . Peraturan edisi 17 (diterbitkan pada bulan Januari 2008) termasuk hal baru yaitu microgeneration dan sistem surya fotovoltaik. Sedangkan edisi pertama diterbitkan pada tahun 1882.

Di Australia dan Selandia Baru, AS / standar NZS 3000, umumnya dikenal sebagai "aturan instalasi kabel ", ditetapkan persyaratan pemilihan dan pemasangan peralatan listrik, desain dan pengujian instalasi tersebut. Standar tersebut wajib bagi kedua Negara yaitu Selandia Baru dan Australia sehingga semua pekerjaan listrik harus mematuhi standar.

Ukuran kawat standar internasional telah diberikan oleh standar IEC 60228 yaitu International Electrotechnical Commission. Sedangkan di Amerika Utara untuk ukuran kabel menggunakan standar American Wire Gauge (AWG).

Kode Warna

Untuk mengaktifkan kabel untuk dapat dengan mudah dan aman diidentifikasi, semua kode pengaman kabel umum mandat skema warna untuk isolasi pada konduktor listrik. Dalam kode listrik yang khas, beberapa warna-coding adalah wajib, sementara beberapa mungkin opsional. Banyak aturan lokal dan pengecualian ada. Instalasi lama bervariasi dalam kode warna, dan warna bisa berubah dengan paparan isolasi terhadap panas, cahaya, dan penuaan.

Kode listrik banyak sekarang mengakui (atau bahkan mengharuskan) penggunaan kawat ditutupi dengan isolasi hijau, selain itu ditandai dengan garis



kuning menonjol, (grounding) koneksi pembumian pengaman. Standar internasional ini berkembang diadopsi untuk penampilan yang khas, untuk mengurangi kemungkinan kebingungan berbahaya pembumian pengaman (grounding) kabel listrik dengan fungsi lain, terutama oleh orang-orang yang terkena buta warna merah-hijau.

Tabel 4.1.: Standar warna kabel pada beberapa negara

Standar warna kabel fleksibel, di beberapa negara			
Region atau negara	**Fase**	**Netral**	**Pengaman Pentanahan**
Uni Eropa (EU), Australia, Afrika selatan (IEC 60446)			
Australia, New Zealand (AS/NZS 3000:2007 3.8.3)	 , 	 , 	
Brazil	 , 		
Amerika, Canada	 *(brass)*	 (*silver*)	 (*green*)



Standar warna kabel pejal, di beberapa negara			
Region atau negara	**Fase**	**Netral**	**Pengaman Pentanahan**
Uni Eropa (EU) (IEC 60446) Termasuk Inggris sejak 31 Maret 2004 (BS7671)			
Inggris, terutama sesuai 31 Maret 2004 (BS7671)			  (formerly)  bare conductor, sleeved at terminations (formerly)
Australia, New Zealand (AS/NZS 3000:2007	Any colours other than  Recommended for single phase:  Recommended for multiphase:	 or 	 (since about 1980)  (since about 1980)

	 		 bare conductor, sleeved at terminations (formerly)
Brazil	, , , 		
South Africa	,  or , 		  bare conductor, sleeved at terminations
India, Pakistan	, , 		
United States	, ,  (120/208/240V) (*brass*) , ,  (277/480V)	 (120/208/240V) (*silver*)  (277/480V)	 (*green*)  bare conductor  (ground or isolated ground)



Canada	,  (120/208/240V) , ,  (600/347V) ,  (single phase isolated systems) , ,  (three phase isolated systems)	 (120/208/240V)  (600/347V)	 (*green*)  b are conductor  (isolated ground)
Indonesia (PUIL 2000)	, , 		

Catatan:
Warna huruf miring dalam kurung digunakan pada terminal logam. "hijau / kuning" berarti hijau dengan garis kuning.

Kabel lapis baja dengan dua konduktor terisolasi karet dalam selubung logam fleksibel telah lama digunakan pada awal tahun 1906 dan pada saat itu dianggap metode yang lebih baik daripada menggunakan kabel terbuka dengan diberikan perlengkapan sakelar dan pipa meskipun jauh lebih mahal.

Pertama kali diperkenalkan kabel berisolasi polimer pada tahun 1922. Adalah kabel dengan dua atau lebih kabel listrik inti tembaga pejal dengan isolasi karet, ditambah kain katun tenun diatas setiap konduktor sebagai perlindungan isolasi dengan keseluruhan selubung dari tenun yang biasanya diresapi dengan tar sebagai perlindungan kelembaban. Kertas lilin digunakan sebagai pengisi dan pemisah. Seiring dengan waktu yang panjang, kabel berisolasi karet menjadi rapuh karena reaksi oksigen atmosfer, sehingga kabel harus ditangani dengan

hati-hati dan biasanya diganti dengan yang baru sewaktu renovasi. Ketika sakelar atau hanya lampu yang diganti, operasi jaringan yang secara terus-menerus dapat menyebabkan isolasi penghantar akan mengeras dan mengelupas. Isolasi karet didalam kabel jauh lebih baik atau lebih tahan daripada isolasi dalam kondisi terkena udara atau posisi pada sambungan, hal ini karena berkurangnya adanya oksigen.Isolasi karet sulit untuk tembaga strip telanjang sehingga tembaga jadi telanjang, menyebabkan resistensi listrik menjadi kecil. Isolasi karet sekarang tidak lagi digunakan untuk instalasi kabel permanen, tetapi masih dapat digunakan untuk kabel sementara, kabel fleksibel seperti pada kabel ekstensi listrik



Gambar 4.1.: Kabel THHN

Berikutnya sekitar tahun 1950, isolasi PVC dan selubung kabel mulai awal diperkenalkan, terutama untuk pemasangan kabel perumahan. Dalam waktu yang sama, konduktor tunggal dengan isolasi tipis PVC dan selubung nilon tipis (misalnya: kabel NGA, THN, THHN dll) menjadi umum. Diagram kabel listrik sederhana dengan tiga konduktor berisolasi

Bentuk kabel paling sederhana yaitu kabel twisted memiliki dua konduktor berisolasi bersama membentuk sebuah unit, kabel tanpa selubung ini seperti dengan dua atau tiga konduktor yang digunakan untuk rangkaian sinyal atau aplikasi kontrol tegangan rendah seperti kabel bel. Dalam prakteknya (Amerika Utara) kabel yang letaknya dibagian atas dari sebuah transformator pada tiang layanan listrik perumahan terdiri dari kabel tiga inti (triplexed), seringkali dilengkapi dengan kawat telanjang menjadi satu yang terbuat dari tembaga (pelindung bumi / tanah) dan dua lainnya adalah untuk tegangan line (kawat fase dan kawat netral). Untuk keamanan tambahan , kawat pentanahan dapat dibentuk menjadi lapisan co-aksial dengan sepenuhnya menyelimuti sekitar penghantar fase.



Perangkat listrik sering mengandung konduktor tembaga karena beberapa sifat yang menguntungkan, termasuk konduktivitas listrik tinggi, kekuatan tarik, keuletan, ketahanan lentur, ketahanan korosi, konduktivitas termal, koefisien ekspansi termal, solderability, ketahanan terhadap overload listrik, kompatibilitas dengan isolator listrik, dan kemudahan instalasi.

Meskipun persaingan dari bahan lain, penghantar tembaga listrik disukai dihampir semua kategori kabel listrik. Sebagai contoh tembaga digunakan untuk menghantarkan listrik dalam jaringan listrik tegangan tinggi, menengah dan rendah, termasuk pembangkit listrik, listrik transmisi, distribusi tenaga listrik, telekomunikasi, sirkit elektronik, pengolahan data, instrumentasi, peralatan, sistem elektronik, motor, trafo, mesin industri berat, dan banyak jenis lain dari peralatan listrik. Blok terminal untuk menggabungkan penghantar aluminium dan konduktor tembaga. Blok terminal dapat dipasang pada rel DIN .

Penghantar aluminium adalah umum dipakai diperumahan di Amerika Utara sejak akhir 1960-an sampai pertengahan 1970-an akibat semakin mahalnya biaya kabel tembaga. Karena sifatnya lebih besar resistivitas, kabel aluminium membutuhkan konduktor lebih besar dibandingkan dengan tembaga. Misalnya, kabel 14 AWG (American Wire Gauge) dipakai untuk sebagian besar rangkaian pencahayaan, kabel aluminium 12 AWG mempunyai kemampuan hantar arus KHA 15 ampere.

Penghantar aluminium awalnya tanpa pandang bulu digunakan sebagai kabel sebagaimana penghantar tembaga. Ternyata keadaan ini ditemukan sebagai penyebab rusak koneksi, kecuali aluminium dibuat paduan khusus atau semua perangkat pemutus, switch, dos, konektor sambungan dan lainnya dirancang khusus untuk tujuan tersebut. Desain ini khusus menghadapi masalah persilangan antara logam yang berbeda, oksidasi pada permukaan logam dan efek mekanik yang terjadi pada logam yang berbeda seiring dengan kenaikan suhunya.

Tidak seperti tembaga, aluminium memiliki kecenderungan sebagai penghantar



dingin dengan tekanan rendah, sehingga akan mengacaukan terminal penjepit koneksi karena dari waktu ke waktu akan menjadi longgar. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan konektor pegas sehingga berlaku tekanan koneksinya konstan. Juga tidak seperti tembaga, aluminium membentuk lapisan oksida isolasi di permukaan. Ini kadang-kadang penanganannya dilakukan oleh kabel lapisan aluminium dengan antioksidan paste pada sambungannya.

Tabel 4.2.: Konversi AWG ke

USA/Canada AWG	Europe mm² (exact)	mm² (nearest standard size)
22	0.324	0.4
20	0.519	0.5
18	0.823	0.75
16	1.31	1.5
14	2.08	
12	3.31	4
10	5.261	6
8	8.367	10
6	13.30	16
4	21.15	25
3	26.67	
2	33.62	35
1	42.41	
1/0 (0)	53.49	50
2/0 (00)	67.43	70
3/0 (000)	85.01	
4/0 (0000)	107.2	95

m **etric**

Karena desain dan instalasinya yang tidak benar, beberapa persimpangan perangkat kabel akan terlalu panas dibawah kuat arus beban sehingga menyebabkan kebakaran. Dengan demikian , kabel aluminium bila digunakan di rumah telah mendapat reputasi yang buruk dan menyulitkan.

Penghantar aluminium masih digunakan untuk distribusi listrik massal dan sirkit

pasokan besar, karena biayanya lebih murah daripada kabel tembaga, lebih ringan, terutama bila ukuran penampang yang dibutuhkan untuk beban arus yang besar. konduktor aluminium harus dipasang dengan konektor yang kompatibel . Sepertikabel isolasi karet, isolasi polimer sintetis digunakan pada kabel industri dan kabel listrik yang dipasang di bawah tanah karena keunggulannya adalah tahan terhadap kelembaban.

Umumnya, penghanatar instalasi bangunan ukurannya kecil dan yang dipakai adalah kawat pejal, karena kabel tidak diperlukan fleksibelitas. Kawat penghantar bangunan yang lebih besar dari 10 AWG (atau sekitar 6 mm^2) dipasang untuk instalasi yang fleksibilitasnya tinggi, tetapi tidak cukup fleksibel untuk digunakan sebagai kabel peralatan.

Kabel untuk bangunan industri, komersial, dan apartemen mungkin berisi banyak konduktor berisolasi dalam satu selubung secara keseluruhan, dengan pita baja heliks atau armor aluminium, atau kawat baja armor dan mungkin juga sebuah PVC keseluruhan atau selubung timah untuk perlindungan dari kelembaban dan kerusakan fisik. Kabel ditujukan untuk layanan yang sangat fleksibel atau dalam aplikasi diarea laut dapat dilindungi oleh kawat anyaman perunggu. Kabel power (tenaga) atau kabel komunikasi (misalnya, jaringan komputer) yang disalurkan di atau melalui ruang udara (ventilasi) gedung perkantoran diwajibkan berstandar terbungkus dalam saluran logam atau tidak mudah terbakar atau tidak menjalarkan api.

Kabel berisolasi mineral di papan panel

Untuk beberapa penggunaan industri di pabrik baja dan lingkungan panas yang sama , tidak ada bahan organik memberikan pelayanan yang memuaskan . Kabel berisolasi dengan terkompresi serpihan mika kadang-kadang digunakan. Bentuk lain dari kabel suhu tinggi adalah kabel berisolasi mineral, dengan konduktor tunggal ditempatkan dalam selubung tembaga, dan ruanganya dipenuhi dengan bubuk magnesium oksida. Seluruh perakitan ditarik ke ukuran yang lebih kecil, sehingga mengompresi bedak. Kabel tersebut memiliki peringkat

resistensi api bersertifikat, lebih mahal daripada kabel lainya dan hanya memiliki sedikit fleksibel dan efektif sebagai kabel kaku.

Karena beberapa konduktor dibundel dalam selubung kabel maka tidak dapat cepat menghilangkan panas seperti pada konduktor berisolasi tunggal, maka kapasitas rangkaianya selalu dibawah bila dibandingkan dengan kabel tunggal. Tabel keselamatan listrik memberikan arus maksimum yang diijinkan untuk ukuran konduktor tertentu, untuk voltase dan suhu pada permukaan konduktor serta lingkungan fisik yang diberikan, termasuk jenis isolasi dan ketebalannya.

Untuk mencegah melonggarnya sambungan konduktor kabel tunggal, kabel harus diletakkan dekat pintu perangkatnya. Dalam gedung-gedung tinggi desain khusus diperlukan untuk mendukung kabel dipasang secara vertikal. Biasanya, hanya menggunakan kabel inti tunggal, kecuali dalam kondisi khusus. Konstruksi kabel khusus dan teknik terminasi diperlukan untuk kabel yang akan dipasang di kapal laut, selain untuk keselamatan listrik dan keselamatan kebakaran, kabel tersebut mungkin juga diperlukan untuk menjadi tahan tekanan dimana mereka menembus dinding pemisah kapal.

Instalasi pada area khusus

Semua instalasi listrik dan peralatan yang dipasang harus aman untuk digunakan dan bebas dari bahaya sengatan listrik, selain itu beberapa instalasi atau lokasi memerlukan pertimbangan khusus karena bahaya yang melekat serta kondisi saat pemasangan. Bahaya mungkin timbul karena adanya korosif atau ledakan secara alami pada atmosfer. Karena instalasi harus digunakan di tempat yang lembab atau kondisi suhu rendah atau karena ada kebutuhan khusus memberikan tambahan perlindungan mekanis pada sistem kelistrikan

Instalasi pada bangunan sementara

Pasokan listrik darurat yang disediakan dilokasi pekerjaan pembangunan konstruksi dapat lebih menghemat banyak jam kerja orang, dengan hanya menyediakan energi listrik yang dibutuhkan untuk pemasangan dan penggunaan mesin-msein, alat portabel dan pencahayaan lampu sehingga mempercepat penyelesaian proyek. Namun, lokasi konstruksi adalah tempat yang berbahaya dan pasokan listrik sementara yang dipasang untuk membantu proses konstruksi harus mematuhi semua peraturan yang relevan termasuk kabel untuk instalasi permanen. Semua peralatan harus dari konstruksi kuat untuk memenuhi kebutuhan listrik dilapangan swaktu penanganan pekerjaan kasar, menyenggol kendaraan, angin, hujan dan matahari. Semua soket outlet peralatan, baut dan skrup harus dari jenis produk industri yang telah memenuhi uji standar nasional Indonesia.



Gambar 4.1.: Soket outlet satu dan tiga fase dengan kode warnanya

Dimana listrik disambung tidak secara permanen terutama dilokasi proyek, penggunaan MCB lebih disukai sebagai alat proteksi arus lebih karena dapat dengan aman dipakai berulang-ulang oleh orang yang tidak terampil. Distribusi listrik konstruksi dan bangunan dilapangan, menyarankan bahwa perlindungan terhadap kesalahan pembumian dapat diperoleh dengan terlebih dahulu

menyediakan jalur *impedansi rendah*, sehingga alat pengaman arus lebih dapat beroperasi dengan cepat.

Kedua dengan pengaman RCD sebagai pengaman arus bocor tanah disamping perangkat proteksi arus. Dengan menimbang dan mempertimbangkan lokasi konstruksi proyek yang sangat khusus. Maka sebuah instalasi di lokasi konstruksi harus diuji dan juga diperiksa sesuai dengan peraturan instalasi pada setiap 3 bulanan selama periode konstruksi. Sumber pasokan untuk instalasi sementara mungkin dari pembangkit mesin bensin atau diesel, genset atau dari perusahaan daerah pemasok lokal. Ketika perusahaan listrik lokal menyediakan pasokan, kabel masuk harus diakhiri menggunakan terminasi tahan air dan dapat dikunci untuk mencegah akses yang tidak sah dan memberikan pengaturan metering. Jika sumber pasokan tegangan menengah maka kita dapat menurunkan ke tegangan rendah dengan transformator. Hal persediaan khusus yang sangat disukai untuk penggunaan lampu tangan portabel dan alat-alat yang digunakan pada konstruksi dan pembongkaran bangunan.

Distribusi pasokan listrik dilokasi konstruksi biasanya sebagai berikut:

1) Pembangkit sistem tiga fase dengan tegangan 400 V untuk pasokan pada sisi stasiun daya utama . Daya mempunyai kemampuan rating di atas 3,75 kW seperti untuk kebutuhan crane dan lift. Persediaan ini harus dipasang kabel khusus yaitu berperiasi baja.
2) Tegangan fase tunggal 230 V untuk pasokan peralatan yang terpasang kokoh seperti menara lampu sorot, kerekan kecil dan kantor proyek. Persediaan pasokan harus menggunakan kabel lapis baja, kecuali operasi didalam kantor proyek.
3) Tegangan fase tunggal 110 V sebagai pasokan ke semua alat-alat tangan mobile dan semua pencahayaan peralatan mobile.

Pasokan ini biasanya diberikan dengan cara mengurangi atau menurunkan tegangan distribusi yang menggabungkan soket pasokan 110 V menggunakan transformator dimana titik-titik tengah kumparan sekunder (center-tapped) dibatasi dengan tegangan ke pembumian maksimum 50 V telah diakui sebagai

tegangan aman di sebagian besar lokasi proyek. Sebuah unit distribusi tegangan 110 V. Lampu ulir Edison digunakan untuk tegangan 110V sebagai perlengkapan pencahayaan sehingga mereka tidak saling menukar lampu kantor proyek dengan tegangan 230 V. Ada saat-saat ketika pasokan 110 V dari transformator titik tengahnya terlalu tinggi, misalnya, pasokan ke lampu inspeksi untuk digunakan di dalam lingkungan lembab atau tempat terbatas. Dalam kondisi seperti ini pasokan dengan pengaman tegangan ekstra rendah (SELV) sangat diperlukan.

Steker memiliki pin atau alur pasak berbagai macam tipe dengan maksud untuk tujuan mencegah peralatan rusak karena tegangan yang terhubung dengan stop kontak voltasenya berbeda. Kode warna bodi kotak kontak digunakan untuk memudahkan identifikasi tegangan kerja seperti sebagai berikut (lihat Gambar 4.1. diatas):

400 V dengan warna merah
230 V dengan warna biru
110 V dengan warna kuning
50 V dengan warna putih
25 V dengan warna violet .

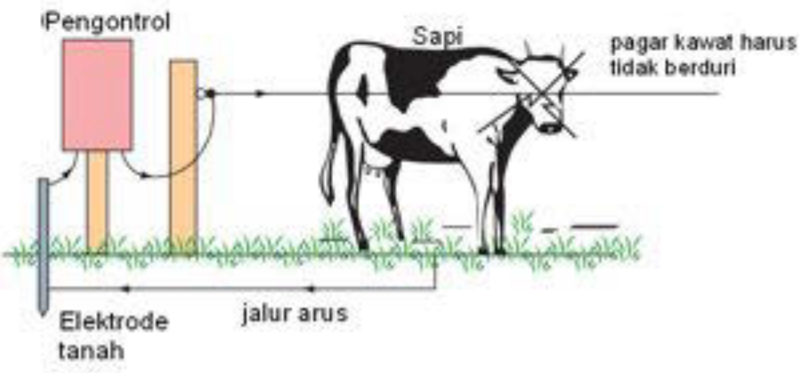
Instalasi area pertanian dan hortikultura

Kondisi instalasi terutama yang paling buruk harus dihadapi, misalnya pada instalasi pertanian dan hortikultura karena adanya ternak, hama, kelembaban, zat korosif dan kerusakan mekanis. Sesuai peraturan pengkabelan IEE instalasi di lokasi ini sangat khusus dan telah dibuatkan persyaratan. Dalam kondisi untuk dimasuki ternak peralatan listrik yang dipakai harus dari jenis yang sesuai dan tahan terhadap pengaruh kondisi eksternal yang cenderung akan terjadi dan perlengkapan listriknya harus memiliki minimal perlindungan IP 44, yaitu perlindungan terhadap gangguan benda padat dan percikan air dari segala arah.

Dalam bangunan yang dimaksud untuk ternak, semua sistem kabel tetap harus tidak dapat diakses oleh ternak dan kabel terkena gangguan diserang oleh hama harus dilindungi. Kabel PVC tertutup dalam pipa PVC adalah yang paling cocok untuk instalasi dalam bangunan pertanian. Semua bagian kontak terbuka logam asing harus dilengkapi dengan tambahan ikatan ekipotensial di daerah di mana ternak berada. Dalam berbagai situasi, soket outlet tahan air yang harus dipasang. Semua rangkaian soket stop kontak harus dilindungi oleh RCD.

Semua rangkaian soket stopkontak harus dilindungi oleh RCD sesuai dengan PUIL 2000 atauuntuk mematuhi standar lain dimana arus operasi bocor nominal harus tidak melebihi 30mA. Kabel ditanam dilahan pertanian atau hortikultura dengan kedalaman tidak kurang dari 600 mm, atau 1000 mm dimana mengenai tanah yang dibudidayakan, dan kabel harus memiliki selubung baja dan kabel dilindungi oleh ubin atau keramik. Kabel diatas kepala (overhead) harus dipasang dan diisolasi sehingga jelas mesin pertanian atau kendaraan yang berlalu-lalang dibawah ketinggian minimal 6 meter.

Kuda dan sapi memiliki daya tahan tubuh yang sangat rendah, yang membuat mereka rentan terhadap kejutan listrik pada tegangan dibawah dari 25 V rms. Hewan ternak sensitif terhadap sengatan listrik, berarti bahwa mereka dapat dibatasi oleh pagar listrik. Hewan yang tersentuh pagar akan menerima arus pendek yang melewati tubuh hewan dengan massa umum pembumian dan kembali ke elektroda bumi dan mengalir ke kontroler, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2.: Kontrol sapi peternak dengan pagar listrik

Sinyal akan dibangkitkan oleh sebuah rangkaian kapasitor dan resistor didalam kontroler yang dioperasikan oleh pasokan baterai listrik. Jangan sampai ada resiko untuk orang yang datang menyentuh kontak dengan kotak kontroler. Tegangan keluaran dari kontroler tidak harus melebihi 10 kV dan energi tidak harus lebih besar dari 5 J. Durasi denyut nadi tidak harus lebih lama dari 1,5 ms dan pulsa tidak harus memiliki frekuensi yang lebih besar dari satu pulsa per detik. Shock tingkat ini sangat mirip dengan sengatan busi pada motor mobil. Energi yang dibutuhkan sangat rendah hanya sekitar 5 J.

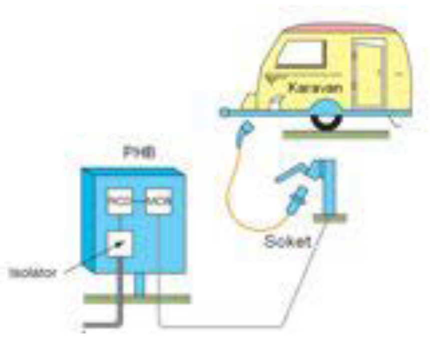
Catatan: 1 kWh adalah sama dengan 3,6 juta energi dalam joule.

Elektroda bumi yang terhubung pada terminal pembumian dari pagar pengendali listrik harus terpisah dari sistem pembumian sirkit lain dan harus terletak diluar area resistansi dari setiap elektroda yang digunakan untuk pengaman pembumian. Kontroler pagar listrik dan kawat pagar harus dipasang sehingga mereka tidak terkena kontak dengan listrik, telepon atau radio sistem dan termasuk tiangnya. Instalasi pertanian dan hortikultura harus diuji dan diperiksa setiap 3 tahun.

Kendara karavan dan lokasinya

Instalasi listrik lokasi caravan harus mematuhi dalam segala hal peraturan kabel untuk bangunan. Semua bahaya yang ada di gedung yang ada didalam dan

sekitarnya , termasuk bahaya tambahan yang berhubungan dengan koneksi berulang-ulang dan pemutusan pasokan dan kelenturannya dari instalasi dalam kendara yang bergerak. Touring caravan harus dipasok dengan 16 A soket jenis industri yang berdekatan dengan lapangan taman caravan, mirip dengan yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3.: PHB untuk kendara caravan atau pasar malam

Setiap stop kontak harus dilengkapi dengan proteksi arus tersendiri dan pemutus arus sisa individu dengan nilai arus sisa (arus bocor) 30 mA. Jarak antara konektor caravan dan soket outlet harus tidak lebih dari 20 m. Kabel pemasok harus dipasang di luar area lapangan dan tanam dikedalaman minimal 0,6 m.

Kendara caravan atau caravan harus disediakan saklar isolasi listrik dan RCD untuk memutuskan semua konduktor aktif (hantaran fase). Sebuah pemberitahuan tentang prosedur bagaimana menghubungkan dan memutuskan pasokan yang aman harus disiapkan. Peralatan listrik tidak boleh dipasang di kompartemen penyimpanan bahan bakar. Caravan harus melipatkan kabel ketika sedang ditarik oleh karena itu instalasi harus ditransfer dengan penghantar fleksibel minimal penampang 1,5 mm^2. Konduktor harus ditopang saat berjalan horisontal setidaknya setiap 25 cm dan logam badan kendaraa atau chassis harus disambung ikat dengan kabel 4,0 mm^2.

Pengawatan pada tegangan ekstra rendah pasokan baterai harus dijalankan sedemikian rupa sehingga tidak kontak pada kontak dengan sistem kabel 230 V. Kendara harus dihubungkan pada stop kontak yang disiapkan diarea cmping dengan menggunakan kabel fleksibel tidak lebih dari 25 m dan memiliki luas penampang minimal 2,5 mm^2 atau sebagaimana tercantum dalam Tabel 721. Karena sifat mobile caravan dianjurkan bahwa instalasi listrik harus diuji dan diperiksa antara 1 hingga 3 tahun sekali tetapi tidak lebih dari 3 tahun.

Listrik statis

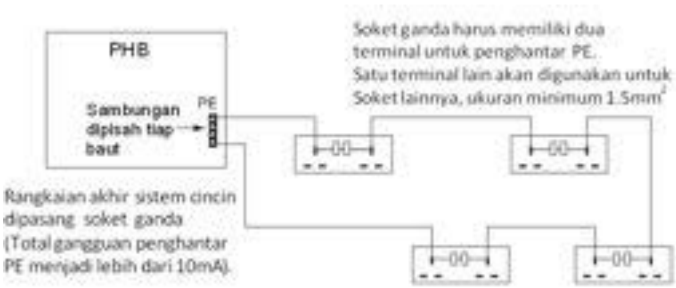
Listrik statis adalah muatan tegangan yang menimbulkan hingga ribuan volt antara dua permukaan ketika mereka bergesekan. Sebuah situasi berbahaya terjadi ketika listrik statis telah dibangkitkan hingga potensinya mampu memicu busur melalui media udara yang memisahkan antar dua permukaan. Listrik statis dibangun oleh badai. Sebuah sambaran petir adalah peristiwa keluarnya (pengosongan) awan petir yang telah membangkitkan tegangan 100 MV, dengan massa bumi secara umum berada pada titik nol volt. Arus petir adalah sekitar 20 kA, sehingga kebutuhan hantaran untuk menyalurkan arus energi petir dari bangunan ke tanah rentan dari aman. Listrik statis membangun antara dua permukaan isolasi atau antara isolasi permukaan dengan permukaan, tetapi tidak jelas antara dua permukaan penghantar. Sebuah mobil bergerak melalui udara membangun listrik statis yang kadangkala memberikan kejutan kecil pada penumpangnya saat mereka melangkah keluar dan menyentuh pegangan pintu. Sebuah nylon dan lembaran nylon dapat membangkitkan listrik statis. Banyak cairan yang mudah terbakar memiliki sifat sama yaitu sebagai isolator, dan karenanya cairan, gas, bubuk dan cat yang bergerak mengalir melalui pipa dapat membangun listrik statis.

Pompa bensin, tabung oksigen pada usaha bioskop dan ruang pengecatan mobil sangat beresiko, karena percikan pada situasi ini dapat menyalakan cairan yang mudah terbakar serbuk atau gas. Jadi bagaimana kita melindungi diri terhadap risiko yang terkait dengan muatan listrik statis?

Dikatakan sebelumnya bahwa penumpukan muatan statis tidak jelas antara dua permukaan, dan ini memberikan petunjuk untuk solusi. Ikatan permukaan bersama-sama dengan konduktor ikatan ekipotensial mencegah penumpukan listrik statis antar permukaan. Jika kita menggunakan pipa berdiameter besar berarti kita mengurangi laju aliran cairan dan bubuknya oleh karena itu, kita mengurangi penumpukan muatan statis. Rumah sakit menggunakan seprei katun dan seragam serta penggunaan ikatan secara luas dalam ruang operasi. Karet yang berisi proporsi grafit, digunakan untuk memproduksi roda troli anti statik dan sepatu ahli bedah. Karet yang dibangun ini cara yang memungkinkan setiap penumpukan muatan statis yang bocor hilang. Meningkatnya kelembaban udara juga mengurangi listrik statis karena tetesan air membawa pergi listrik statis, sehingga menghilangkan bahaya.

Perlengkapan komputer

Setiap kantor modern sekarang lengkap dengan fasilitas komputer dan sehingga banyak sistem yang terkait bersama-sama dalam satu jaringan .



Gambar 4.4.: Rekomendasi sambungan kotak kontak perangkat IT

Kebanyakan sistem komputer sensitif terhadap vareasi dan distorsi pada penyediaan pasokan listriknya dan banyak komputer menyatukan filter sehingga menghasilkan arus pada konduktor pengamannya besar sekitar 2 atau 3 mA. ini

jelas bukan arus gangguan, tetapi khas dari arus yang mengalir pada hantaran pengaman pada peralatan TI saat kondisi operasi normal. Ada 4 solusi untuk memenuhi persyaratan pembumian pada instalasi peralatan yang memiliki arus hantaran pengaman tinggi. IEE merekomendasikan bahwa peralatan IT harus dihubungkan ke soket ganda seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Sumber tegangan bersih

Perlengkapan untuk sirkit komputer harus bersih dan aman. Kerangka pokok komputer dan jaringan komputer sensitif terhadap distorsi listrik atau gangguan yang disebut sebagai kebisingan “noise”. Kebisingan sebagian besar disebabkan oleh operasi sakelar (pemutusan - penyambungan) sirkit induktif yang menyebabkan lonjakan transien atau sepertihalnya pada sikat saat kontak dengan permukaan komutator motor listrik.



Gambar 4.5.: Distorsi pada kabel dan peredaman

Distorsi ini (pada pasokan listrik) dapat menyebabkan komputer sinyalnya bertabrakan sehingga memprovokasi kesalahan dan ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Untuk menghindarinya yaitu dengan membersihkan pasokan jaringan komputer. Hal ini dilakukan dengan cara membuat rangkaian model cincin atau sirkit radial pada sirkit pasokan komputer dari titik terdekat antar computer dengan posisi masukan pasokan listrik. Sebuah pembumian yang bersih juga dapat diambil dari titik ini yang biasanya dipakai kabel satu inti dan bukan kabel armour dan kemudian kabel didistribusikan disekitar sirkit akhir. Atau,pasokan komputer dapat dibersihkan dengan cara memasang filter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Pasokan aman

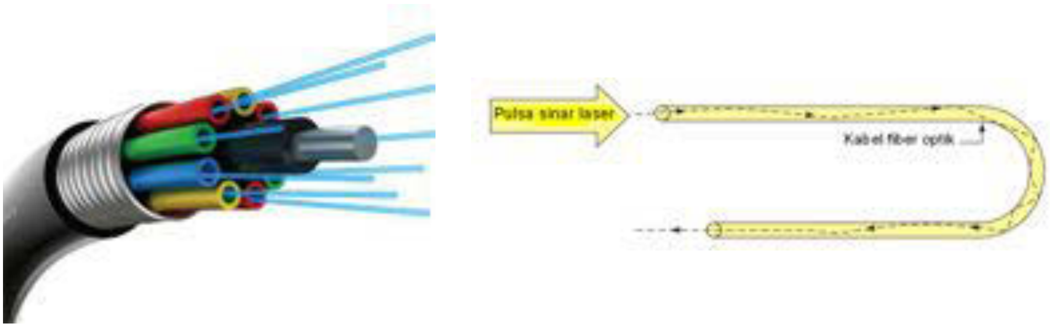
Pasokan listrik harus dijaga kehandalan dan keamanannya. Namun, hilangnya pasokan listrik ke komputer atau pada jaringan komputer untuk satu detik saja dapat menyebabkan sistem kerja terganggu. Dan jika putusnya dalam hitungan jam atau bahkan berhari-hari data hasil kerja bisa hilang. Salah satu solusi untuk masalah ini adalah memasang sistem pengaman perangkat lunak dengan perangkata uninterruptible power supply (UPS).

Sebuah UPS pada dasarnya adalah pasokan baterai modifikasi rangkaian elektronik untuk memberikan tegangan ac yang bersih dan aman. UPS dicatukan pada pasokan listrik dan sistem komputer dicolokkan ke UPS. Sebuah UPS berfungsi melindungi jaringan kecil, katakanlah untuk enam PC. Secara fisik ukuran satu PC adalah hard drive yang ditempatkan dibawah atau di samping sebuah meja operator. Cara terbaik untuk merangkai sebuah sirkit cincin atau rangkaian radial ke UPS baik untuk menghubungkan peralatan komputer secara permanen atau hanya untuk menggunakan kotak kontak khusus untuk mencegah penggunaan yang tidak sah dan sebagai penyebab beban lebih misalnya untuk pemasak air, vacuum cleaner. Akhirnya, bahwa disetiap ruang atau kantor dipasang beberapa komputer dan sistem peralatan. Teknisi listrik harus mengisolasi pasokan saat akan melakukan pengujian atau modifikasi seyogyanya pertama yang dilakukan yaitu memeriksa dan kemudian memeriksa kembali sebelum mereka akhirnya mengisolasi pasokan untuk menghindari adanya kerugian atau gangguan pada sistem komputer .



Kabel serat optik

Pengenalan sistem kabel serat optik dan transmisi digital tidak diragukan lagi akan mempengaruhi pengaturan kabel masa depan dan pekerjaan listrik tersebut. Jaringan berbasis pada teknologi digital saat ini sedang digunakan dengan sukses oleh industri telekomunikasi dimana sangat mungkin kedepannya menjadi standar jangka panjang sistem komputer. Sistem kabel serat optik secara dramatis mengurangi jumlah kabel yang dibutuhkan untuk sebuah kontrol dalam sistem komunikasi. Pada gilirannya akan mengurangi fisik ruang yang diperlukan untuk sistem ini. Kabel serat optik juga kebal terhadap gangguan noise listrik ketika diinstal sejajar dengan kabel listrik dan oleh karena itu fenomena ini akan memisahkan serta dapat merubah system jaringan untuk masa depan. Tidak ada risiko percikan jika kabel sengaja dipotong dan oleh karena itu, sirkit tersebut secara intrinsik aman.



Gambar 4.6.: Kabel serat optik

Kabel serat optik adalah kabel komunikasi terbuat dari optik plastik berkualitas, seperti pada bahan lensa kacamata yang diproduksi. Energi yang ditransfer pada kabel berbentuk pulsa digital sinar laser yang melawan arus pada konduktor tembaga dalam istilah instalasi listrik. Pulsa cahaya tinggal di dalam kabel serat optik karena prinsip ilmiah dikenal sebagai pembiasan total didalam, yang berarti bahwa sinar laser memantul kebawah kabel dan ketika menumbuk dinding memantul keluar dan seterusnya itu selalu terjadi pantulan. Oleh karena itu, pantulan tidak melarikan diri keluar kabel, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Kabel fiber glas sangat kecil karena kualitas optik dari konduktor adalah sangat tinggi sehingga sinyal dapat ditransmisikan melalui jarak yang jauh. Kabel ini diproduksi beaya murah untuk produknya ringan karena ini kabel baru yang dibuat dari plastik berkualitas tinggi dan bukan tembaga berkualitas tinggi. Kabel tunggal berselubung sering disebut kabel simpleks dan kabel berselubung kembar adalah duplex. Yaitu, dua kabel simpleks bersama-sama dalam satu selubung. Kabel multi-core yang tersedia terdiri dari 24 serat tunggal.

Kabel serat optik terlihat seperti kabel kawat baja (tapi tentu saja jauh lebih ringan) dan harus dipasang dengan cara yang sama dan diberi tingkat pengamanan yang sama sebagai kabel SWA. Hindari belokan yang tajam buatlah radius jika dimungkinkan dan terjadi susut disemua biaya. Kabel disambung pada kotak khusus bersama yang menjamin ujung kabel yang dipotong rapi dan berjarak sama untuk memastikan kelangsungan pulsa cahaya. Kabel serat optik dipasang pada sirkit saluran I bila digunakan untuk data transmisi dan karena itu harus dipisahkan dari kabel listrik lain untuk menjaga interferensi serta untuk memmenuhi peraturan.

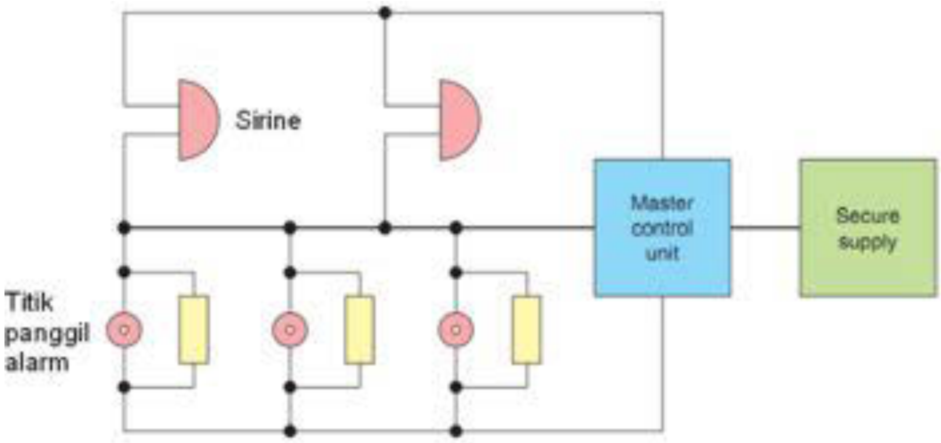
Pengujian kabel serat optik mensyaratkan bahwa menggunakan instrumen khusus untuk mengukur redaman cahaya (yaitu kehilangan cahaya) kabel. Akhirnya, ketika bekerja dengan kabel serat optik teknisi listrik harus menghindari mata kontak langsung dengan sinar laser energi rendah yang dikirimkan pada konduktor.

Sirkit alarm kebakaran

Melalui satu atau lebih dari berbagai permasalahan perundang-undangan, pada semua bangunan publik diminta untuk memberikan cara efektif dalam memberikan peringatan bahaya api sehingga nyawa dan harta benda dapat dilindungi. Sebuah sistem yang efektif adalah salah satu peringatan kebakaran. Sementara ini yang terjadi hanya dengan memadamkan api dari luar dan setiap penghuninya untuk meninggalkan gedung.

Sirkit alarm kebakaran adalah rangkaian kabel baik sebagai kontak terbuka atau biasanya tertutup.

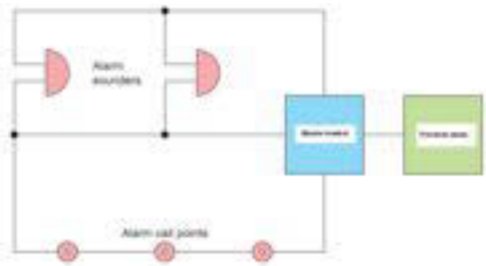
Dalam rangkaian sistem terbuka, titik panggilan alarm yang terhubung secara paralel satu sama lainnya sehingga ketika ada titik alarm menginisiasi (sakelar ditekan atau di pukul) sirkit jadi sempurna terhubung dan sounder memberikan peringatan sirine. Pengaturan ini ditunjukkan pada Gambar . 4.7.



Gambar 4. 7.: Rangkaian dan sounder alarm kebakaran

Hal ini penting untuk beberapa bagian dari sistem sambungan rangkaian untuk terus beroperasi bahkan ketika diserang oleh api. Untuk alasan ini kontrol master dan sounders harus ditransfer menggunakan kabel MI. Poin panggilan alarm sistem biasanya sstem terbuka dan harus menggunakan kabel MI atau FP200, kecuali sistem menggunakan monitor. Dalam bentuk yang paling sederhana sistem ini membutuhkan resistor bernilai tinggi yang akan terhubung pada setiap titik kontak panggilan, yang memungkinkan arus yang mengalir kecil untuk operasi indikator menyatakan sirkit stnand by. Dengan sistem monitor, kabel berisolasi PVC mungkin dapat digunakan untuk rangkaian poin panggilan alarm. Pada sistem rangkaian tertutup, titik panggilan alarm yang terhubung dalam seri pada kontak biasanya tertutup seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8. Bila alarm adalah menginisiasi (tombol ditekan), atau jika terjadi kabel putus, alarm akan aktif. Pembunyi dan unit kontrol induk harus kmenggunakan kabel MI atau kabel

FP200, tapi untuk titik panggil alarm dapat diganti dengan kabel berisolasi PVC sejak sirkit ini selalu aman dari kegagalan.



Gambar 4.8.: Rangkaian panggil alarm kebakaran

Titik panggil alarm

Titik panggil alarm dioperasikan secara manual harus tersedia disemua bagian bangunan dimana orang dapat hadir, dan harus ditempatkan dimana orang tidak harus berjalan sejauh lebih dari 30 m dari setiap titik panggil untuk memberikan alarm. Sebuah titik panggil manual mecah kaca ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9.: Breakglass operasi manual.

Peralatan ini harus dipasang dilorong keluar dan khususnya pada lantai pendaratan tangga dan jalan keluar. Mereka harus tetap pada ketinggian 1,4 m di atas lantai di agar mudah diakses, posisi diterangi dengan baik dan warna mencolok.

Deteksi api otomatis adalah mungkin dilakukan detektor panas dan detektor asap. Ini biasanya dipasang di langit-langit dan dibagian atas atap tangga dari bangunan karena panas dan asap mengalir naik. Detektor asap cenderung memberikan respon lebih cepat daripada detektor panas, namun apakah panggilan manual atau otomatis poin yang digunakan, harus ditentukan kesesuaiannya pada instalasi tertentu. Alat ini harus dapat membedakan antara api dan lingkungan normal di mana alat diinstal .

Sounders

Posisi dan sejumlah sounders harus sedemikian rupa sehingga alarm dapat secara jelas terdengar di atas latar belakang kebisingan di setiap bagian tempat. Suara sirine harus menghasilkan minimal 65 dB, atau 5 dB di atas suara sekitar yang mungkin tetap bertahan, selama lebih dari 30 s. Jika sounders adalah untuk membangkitkan orang-orang yang sedang tidur maka tingkat suara minimum harus naikan menjadi 75 dB. Bells , hooters atau sirene dapat digunakan tetapi dalam satu instalasi mereka semua harus dari jenis yang sama. Contoh sounders ditunjukkan pada Gambar 4.10. Pidato normal adalah sekitar 5 dB.



Gambar 4.10.: Sounder

Pertimbangan desain Alarm kebakaran

Karena semua instalasi alarm kebakaran harus mematuhi undang-undang yang relevan, pengalaman yang baik merekomendasikan bahwa kontak dapat

dilakukan langsung dengan petugas pemadam kebakaran lokal daerah. Pada tahap diesain harus juga mengidentifikasi setiap peraturan daerah, khusus untuk mendapatkan sertifikasi yang diperlukan. Bangunan yang semakin besar harus dibagi menjadi zona, sehingga lokasi api dapat dengan cepat diidentifikasi oleh layanan darurat. Zona dapat diindikasikan pada papan indikator yang terletak dimisalnya kantor pengawas atau area resepsionis.

Dalam memilih zona, aturan berikut harus diperhatikan :

1) Setiap zona tidak harus memiliki luas lantai lebih dari 2.000 m^2.
2) Setiap zona harus terbatas pada satu lantai, kecuali total luas lantai bangunan tidak melebihi 300 m^2.
3) Tangga dan bangunan yang sangat kecil harus diperlakukan sebagai satu zona .

Setiap zona merupakan kompartemen tunggal kebakaran. Ini berarti bahwa dinding, langit-langit dan lantai mampu mengandung asap dan api. Setidaknya satu sounder alarm kebakaran akan diperlukan dalam setiap zona, tetapi semua suara di gedung harus beroperasi ketika alarm diaktifkan. Sounder utama dapat dimatikan oleh orang yang berwenang, setelah masyarakat umum dievakuasi dari bangunan, tetapi dalam kondisi ini sounder lain harus dioperasikan yaitu sounder dekat pengawas yang tidak bisa didiamkan sampai sistem telah dikembalikan keadaan operasional normal. Sebuah instalasi alarm kebakaran mungkin berhubungan dengan pemadam kebakaran lokal. Kontrol ruangan oleh jaringan telekomunikasi, jika diperoleh izin dari otoritas pemadam kebakaran dan lokal kantor telekomunikasi.

Pasokan listrik pada instalasi alarm kebakaran harus aman dalam kondisi yang paling serius. Dalam prakteknya pasokan yang paling dapat diandalkan yaitu pasokan induk tersedia posisi “standby” pasokan baterai khusus menghadapi kegagalan listrik. Pasokan harus eksklusif untuk instalasi alarm kebakaran, disuplai dari saklar pemutus terpisah, dicat merah dan diberi label : **“ Alarm kebakaran “** Jangan di-off-kan. Pasokan baterai standby harus mampu menjaga sistem dalam operasi normal selama minimal 24 jam penuh dan pada akhir waktu kelak mampu menahan bunyi alarm selama minimal 30 menit. Sirkit alarm



kebakaran adalah sirkit Band I dan akibatnya kabel merupakan bagian dari instalasi alarm kebakaran yang secara fisik harus dipisahkan dari semua Band sirkuit II kecuali mereka terisolasi dengan tegangan tertinggi.

Alarm penyusup

Instalasi sistem alarm keamanan sudah mulai dikenal oleh massyarakat. Alarm ini merupakan industri yang relatif baru. Sebagian masyarakat menjadi semakin sadar akan pencegahan kejahatan, jelas bahwa pasar untuk alarm sistem keamanan akan berkembang. Tidak semua rumah sama-sama beresiko, tapi semua rumah memiliki sesuatu yang bernilai untuk pencuri. Properti di perkotaan berada pada risiko tertinggi, diikuti kemudian oleh rumah-rumah di kota-kota dan desa-desa. Adalah rumah-rumah pedesaan setidaknya juga berisiko bila sebuah jalan tol terdekat dapat tersambung. Rumah flat atau flat bertingkat adalah yang paling rentan terhadap risiko ini. Kebanyakan penyusup adalah muda, fit dan membabi buta. Mereka idealnya ingin masuk dan pergi dengan cepat, tetapi, jika saat mereka bekerja berusaha tak terlihat, mereka banyak menemui kesulitan untuk mendapatkan akses ke properti, misalnya, melepas kaca dari jendela. Kebanyakan penyusup mencari item portabel dan mudah dijual seperti perekam video, elevisi, komputer rumah, perhiasan, kamera, perak, uang, buku cek atau kartu kredit. Hanya 7 % dari rumah yang cukup terlindung terhadap penyusup, meskipun 75 % dari rumah tangga percaya bahwa mereka aman tanpa peralatan alarm. Tindakan sederhana dalam pencegahan dan mengurangi risiko yaitu bila kita menginstal sistem keamanan pencurian.

Penerangan keamanan

Lampu penerangan keamanan adalah garis pertahanan pertama dalam memerangi kejahata. Semua orang jahat membenci cahaya terang dan menghindarinya, karena takut praktek mereka diketahui. Sebuah studi terbaru yang dilakukan oleh Middlesex University telah menunjukkan bahwa dalam dua London borough yang crimefigures berkurang dengan meningkatkan tingkat pencahayaan. Pasukan polisi setuju bahwa rumah dan bangunan milik

masyarakat bagian luarnya diterangi dengan baik adalah jauh lebih menarik menjadi target pencuri.

Pencahayaan keamanan dipasang di luar rumah dapat diaktifkan oleh detektor eksternal . Detektor ini akan bereaksi atas kehadiran orang luar pada properti yang telah dilindungi dengan pencahayaan tambahan diaktifkan. Hal ini akan menghalangi banyak potensi penyusup, sementara itu juga dapat dipakai pencahayaan sebagai penghormatan untuk tamunya (Gambar 4.11).



Gambar 4.11.: Penerangan menurunkan tingkat kriminal

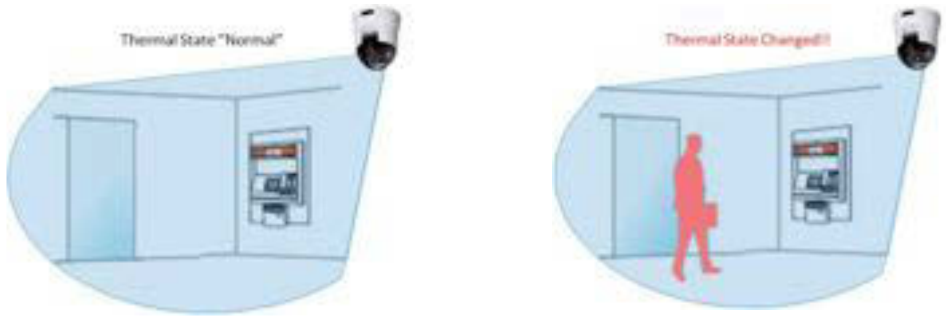
Detektor pasif infra merah(PIR)

unit detektor PIR memungkinkan rumah tangga dipasang unit pencahayaan ini, secara otomatis setiap kali di area yang dicakup didekati oleh sebuah benda yang bergerak dengan radiasi thermal yang berbeda dengan lingkungannya. Ini jenis detektor yang ideal untuk jalan masuk atau daerah gelap disekitar properti yang dilindungi. Hal ini juga untuk menghemat energi karena lampu hanya meyala saat seseorang mendekati kawasan yang dilindungi.

Kontribusi besar pencahayaan keamanan berasal dari penyusup yang tak terduga dikejutkan dengan pencahayaan yang menyilaukan ketika penyusup. Faktor kejutan ini sering mendorong penyusup untuk pindah kerumah sebelah .

Detektor PIR dirancang untuk bereaksi ketika terjadi perubahan panas dalam ruang yang dideteksi oleh sistem lensa. Lebar pandang dapat sebesar 180°,

seperti yang ditunjukkan dengan diagram Gambar 4.11. Banyak detektor lebih menguntungkan menggunakan sistem lensa terpisah sehingga sejumlah sinar harus patah terhalang sebelum sakelar detektor pada lampu. Kemampuan ini mengatasi masalah alarm dan PIR khas ditunjukkan pada Gambar 4.12 .



Gambar 4.12.: Sensor Passive Infra Red (PIR), kondisi normal dan ada orang

Detektor PIR sering digunakan untuk lampu pijar karena, semua perlengkapan lampu yang tersedia menawarkan instan pencahayaan tingkat tingg . Fiting lampu harus dipasang di luar jangkauan penyusup untuk mencegah sabotase sistem pencahayaan keamanan.

Sistem alarm penyusup

Sistem alarm kini semakin dianggap sebagai fitur penting keamanan rumah untuk semua jenis rumah dan bukan hanya properti di daerah berisiko tinggi. Sebuah sistem alarm penyusup berfungsi sebagai pencegah terhadap pencuri potensial dan sering mengurangi premi asuransi rumah (bila diasurankan). Dalam hal terjadi pencurian mereka mengingatkan penghuni, tetangga dan pejabat untuk tindak pidana mungkin akan menimbulkan ketakutan dan ketidak pastian dalam pikiran penyusup sehingga mendorong segera angkat kaki lebih cepat. Sistem alarm penyusup secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kategori:

1. Sistem pengaman ruangan sekitar, sensor alarm dipasang diluar pintu luar dan jendela dimana penyusup dapat terdeteksi apabila ia ingin memasuki wilayah yang terdeteksi. Alat ini dipasang sakelar proximity pada semua pintu dan jendela.
2. Detektor panas dan gerak, ditempatkan didalam ruang untuk mendeteksi keberadaan seseorang yang masuk atau meninggalkan ruang. PIR dan ultrasonic detector member pengamanan tempat. Kerugian pengaman space ini adanya hewan peliharaan. Detektor ini sederhana pemasangannya dan murah.
3. Pengaman jebakan, sensor alarm pada ruang dalam dan dengan menekan sakelar dibawah karpet ia tak akan dapat berjalan sebelum alarm dipicu.

Sakelar proximity

Ini dirancang untuk perlindungan pintu dan jendela. Terbuat dari plastik moulding dan seukuran dengan 1 paket permen karet, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.13 . Satu molding mengandung saklar buluh , yang lain magnet , dan ketika mereka ditempatkan berdekatan magnet mempertahankan kontak saklar buluh baik posisi terbuka atau tertutup

Membuka pintu atau jendela memisahkan dua cetakan dan saklar diaktifkan , memicu alarm.



Gambar 4.13.: Sensor proximity

Detektor PIR

Detektor ini aktif oleh benda yang bergerak yang lebih hangat dari sekitarnya. PIR memiliki jangkauan 12 m dan zona deteksi selebar sudut 110 ° ketika dipasang tinggi antara 1,8 dan 2 m.

Sounders alarm penyusup

Sounders alarm penyusup memberikan peringatan kemungkinan terjadinya tindak pidana. Bel atau sirene atau sounder terlindung dalam kemasan tahan air, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.14. Hal ini biasanya dihubungkan antara dua sounder pada instalasi alarm penyusup, satu di dalam untuk membuat penyusup takut dan cemas, sehingga penyusup terdorong segera meninggalkan tempat, dan satu di luar.



Gambar 4.14.: Sounder alarm penyusup (pencuri)

Sounder bagian luar harus ditampilkan secara mencolok. Tujuan dipasang diluar agar para tetangga terpanggil untuk berjaga dan memberikan perlindungan.

Panel kontrol

Panel kontrol , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15, berada di tengah-tengah sistem alarm penyusup. Semua sensor eksternal dan perangkat peringatan radiasi dari panel kontrol. Sistem ini beroperasi atau dimatikan melalui kontrol panel menggunakan switch atau menekan tombol kode (keypad). Untuk menghindari terpicunya alarm saat memasuki atau meninggalkan tempat, ada penundaan waktu keluar dan masuk untuk memungkinkan gerakan diantara panel kontrol dan pintu.



Gambar 4.15.: Kontrol Alaram dengan keypad

Pasokan listrik

Pasokan ke sistem alarm penyusup harus aman dan ini biasanya tegangan a.c. dengan pasokan listrik baterai sebagai back- up. Sel-sel baterei Nikel-Kadmium

dapat diisi ulang biasanya dipasang dalam kotak agar aman.

Pertimbangan disain

Diperkirakan bahwa sekarang ada kesempatan 5 % dari yang dirampok , tetapi instalasi sistem keamanan tidak mencegah potensi penyusup. Setiap rumah di diperkotaan besar hampir pasti akan berisi barang-barang elektronik, uang atau barang-barang berharga bagi penyusup. Instalasi sistem alarm penyusup memberitahu pada potensi penyusup bahwa rumah rumah yang dipasang alarm ini semakin sulit terbebasa dari cakupan alarm, tetapi pada kebanyakan kasus akhirnya mendorong penyusup untuk mencari sisa-sisa celah lain yang lebih mudah.

Jenis dan tingkat instalasi alarm penyusup akan mempengruhi biaya, tergantung pada banyak faktor termasuk jenis dan posisi bangunan, isi bangunan, risiko asuransi yang terkait dan keyakinan atau kedamaian yang ditawarkan oleh sistem alarm kepada pemilik atau penghuni bangunan. Perancang harus memastikan bahwa penyusup tidak dapat menyabotase sistem alarm dengan memotong kabel atau menarik kotak alarm dari dinding. Sistem akan terpicu jika kabel yang dipotong dan sounders harus dipasang diposisi yang mudah untuk dilihat tapi sulit dijangkau.

Closed circuit television (CCTV)

Televisi sirkit tertutup sekarang merupakan bagian integral dari beberapa sistem keamanan. Sistem CCTV dengan satu monitor satu kamera didedikasikan untuk pemantauan untuk parkir hotel, sedangkan sistem dengan banyak kamera internal dan eksternal yang terhubung ke beberapa lokasi misalnya untuk pemantauan area perbelanjaan.

Kamera CCTV juga diperlukan untuk operasi total kegelapan ketika lampu sorot tidak praktis lagi. Hal ini dimungkinkan dengan menggunakan lampu infra - merah untuk menangkap adegan yang dilakukan oleh alat kamera saat mata manusia tidak bisa menangkap dengan mata biasa. Kamera dapat tetap atau bergerak di bawah remote control, seperti yang digunakan untuk memonitor lalu lintas jalan tol. Biasanya kamera eksternal akan dipasang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16. Menggunakan remote control , kamera dapat menyorot obyek, miring atau terfokus seperti tampilan pada layar yang dijaga kebersihan debu1. Gambar dari beberapa kamera dapat di-multiplexing ke kabel tunggal coaxial video, bersama-sama dengan semua sinyal yang diperlukan untuk remote control kamera. Sebuah catatan permanen gambar CCTV dapat disimpan dan diputar kembali dengan menggabungkan video tape recorder ke dalam sistem seperti praktek disebagian besar bank dan gedung perkantoran. Kamera keamanan harus tetap kokoh dan gerak kabel dirancang sehingga kamera tidak dapat disabotase oleh penyusup potensial.



Gambar 4.16.: Camera CCTV

Pencahayaan darurat

Pencahayaan darurat harus direncanakan, dipasang dan dipelihara dengan standar tertinggi mengenai keandalan dan integritasnya, sehingga dapat

beroperasi dengan memuaskan saat terjadi panggilan dan eksekuasinya, tidak peduli seberapa jarang kemungkinan ini terjadi.

Pencahayaan darurat tidak diperlukan di rumah pribadi karena penghuni telah terbiasa dengan lingkungan sekitar mereka, tetapi untuk gedung-gedung publik orang belum mengenal lingkungannya. Dalam kondisi darurat orang tidak selalu bertindak rasional, maka diterangi akan lebih baik dan mudah diidentifikasi rute keluar atau masuknya sehingga dapat membantu mengurangi kepanikan.



Gambar 4.17: Rambu pencahayaan darurat

Pencahayaan darurat disediakan dengan dua alasan, untuk menerangi jalan keluar, kemudian dikenal sebagai *"pencahayaan melarikan diri",* dan sebagai alternative melanjutkan operasi kerja normal jika lampu operasi normal mengalami masalah.

Pencahayaan untuk melarikan diri diperlukan dalam ruang operasi rumah sakit dan dalam industri dimana operasi atau seseorang yang sedang diproses harus tetap dilanjutkan meskipun instalasi penerangan normalnya terganggu. Standby lighting boleh jadi dipakai sebagai persyaratan untuk alas an keamanan.

Poin penting pada gedung-gedung publik adalah memungkinkan penerangan menyeluruh untuk mencegah tindakan pencurian yang terjadi selama kegagalan pencahayaan listrik.



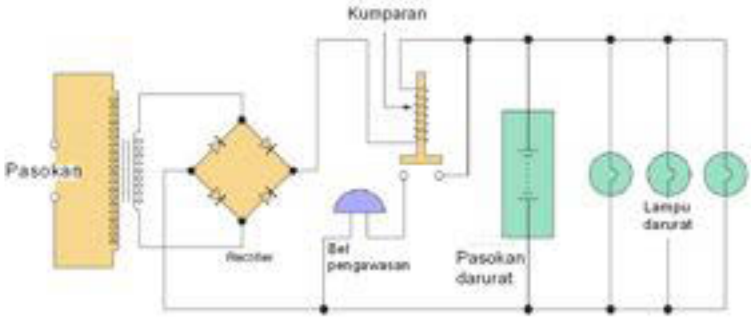
Pasokan listrik darurat

Karena keadaan darurat yang terjadi di sebuah gedung dapat menyebabkan pasokan listrik gagal, pencahayaan darurat harus disuplai dari sumber yang independen dari suplai utama. Di berbagai tempat alternatif catu daya berasal dari baterai, tetapi juga dapat menggunakan generator. Generator dapat memiliki kapasitas besar dan durasi panjang, kerugiannya adalah penundaan waktu saat awal generator berjalan sampai dengan kecepatan pembebanan. Di beberapa tempat penundaan lebih dari ***5*** detik dianggap tidak dapat diterima, dan dalam kasus ini pasokan batere diperlukan untuk memasok sampai generator dapat mengambil alih.

Pasokan pencahayaan darurat harus memiliki kapasitas yang memadai dan tingkat durasi waktu tertentu. Bahwa setelah batere habis untuk operasi dengan durasi waktu tertentu , itu harus sekali lagi mampu beroperasi selama durasi waktu tertentu setelah periode ulang tidak lebih dari 24 jam. Lamanya waktu pencahayaan darurat harus beroperasi biasanya 1 hingga 3 jam. Ada dua kemungkinan model operasi untuk instalasi penerangan darurat yaitu *maintaned* dan *non-maintaned*.

Penerangan darurat *Maintained*

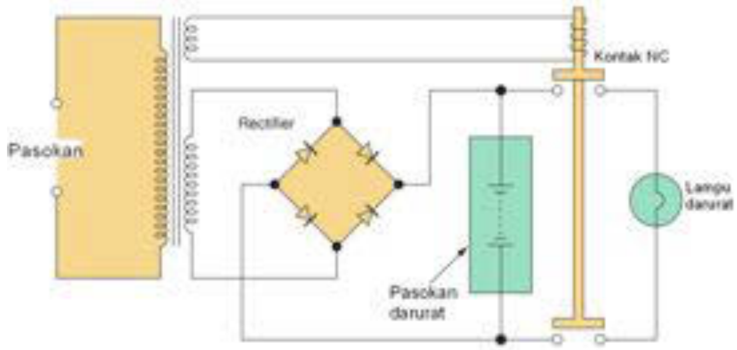
Dalam sistem maintained lampu darurat harus menyala terus saat menggunakan pasokan utama, dan beralih ke pasokan alternatif ketika pasokan utamanya padam. Keuntungan dari sistem ini adalah bahwa lampu terus menyala dan kegagalan segera jelas diketahui. Ini adalah tindakan pencegahan yang bijaksana untuk menyesuaikan bel bagi pengawas listrik bahwa lampu dalam keadaan darurat pasokan untuk mencegah membiarkan baterai sengaja kosong, karena tidak jelas dinyatakan mana pasokan yang sedang digunakan. Utama atau pasokan darurat.



Pencahayaan darurat *Maintained* biasanya dipasang di teater, bioskop, diskotik dan tempat-tempat hiburan di mana pencahayaan normal mungkin diredupkan atau dipadamkan sementara bangunan ditempati. Pasokan darurat untuk jenis instalasi sering dipasok dari baterai sentral, lampu darurat yang ditransfer secara paralel dari pasokan tegangan rendah seperti ditunjukkan pada Gambar 4.18. Tanda unit pencahayaan melarikan diri yang digunakan dalam fasilitas komersial harus diinstal dengan modus *Maintained*.

Penerangan darurat *non-Maintained*.

Dalam sistem *non-Maintained* lampu darurat hanya diterangi jika pasokan listrik yang normal gagal. Kegagalan pasokan utama memberikan energi solenoid dan relay untuk menghubungkan lampu darurat dengan pasokan baterai, yang dikelola untuk menjaga keadaan selalu siap standby. Ketika pasokan normal dipulihkan, energi solenoid relay, membuka kontak relay, yang memutus lampu darurat, dan charger mengisi kembali baterai. Gambar 4.19 mengilustrasikan pengaturan ini.



Gambar 4.19: Penerangan darurat *non-Maintained*

Kerugian dengan jenis instalasi *non-Maintained* adalah bahwa lampu yang rusak tidak terdeteksi sampai mereka dipicu untuk operasi dalam keadaan darurat, kecuali secara teratur lakukan perawatan. Pasokan darurat biasanya disediakan oleh baterai terkandung dalam luminer, bersama-sama dengan charger dan relay, menjadi unit mandiri. Unit Mandiri lebih murah dan lebih mudah untuk menginstal dari pada sistem baterai sentral, tetapi baterai sentral dapat memiliki kapasitas yang lebih besar dan durasinya panjang bahkan memungkinkan berbagai pencahayaan darurat luminer yang akan diinstal.

Pemeliharaan

Kontraktor selain memasang penerangan darurat harus juga menyediakan fasilitas untuk pengtesan yang mudah dioperasikan dan aman terhadap gangguan yang tidak sah. Instalasi penerangan darurat harus dipisahkan sepenuhnya dari setiap kabel lain, sehingga kesalahan pada instalasi listrik utama tidak dapat merusak instalasi penerangan darurat. Gambar 4.19 menunjukkan trunking yang menyediakan untuk pemisahan sirkit. Baterai yang digunakan untuk suplai darurat harus sesuai untuk tujuan ini. Baterai kendaraan bermotor tidak cocok untuk aplikasi pencahayaan darurat, kecuali dalam sistem

starter generator motor-driven. Bahan bakar pasokan generator motor-driven harus diperiksa. Ruang baterai pada sistem baterai sentral harus memiliki ventilasi yang baik dan dalam kasus generator motor dilakukan pemanasan untuk memastikan awal yang cepat dalam cuaca musim dingin.

Pengujian beban penuh harus dilakukan terhadap pasokan darurat untuk setidaknya 1h dalam setiap 6 bulan. Setelah pengujian, sistem darurat harus hati-hati dikembalikan ke keadaan operasi normal. Catatan: Dokumen uji harus disimpan dari setiap item peralatan dan tanggal uji oleh person yang berkualifi atau orang yang bertanggung jawab. Dimungkinkan melaporkan catatan sebagai bukti kepatuhan yang memuaskan terhadap peraturan perundang-undangan kepada petugas yang berwenang.

Unit mandiri cocok untuk instalasi kecil sampai sekitar 12 unit. Baterai yang ada di unit-unit ini harus diganti setiap 5 tahun, atau seperti yang direkomendasikan oleh produsen.

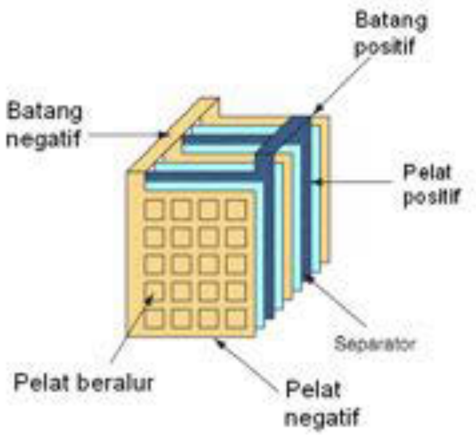
Sel primer

Sebuah sel primer tidak dapat diisi ulang . Setelah bahan kimia aktif habis, sel harus dibuang. Sel primer dalam bentuk sel-sel Leclanche yang digunakan secara luas sebagai sumber daya portabel untuk radio dan senter dan memiliki tegangan 1,5 V. Jika diinginkan tegangan lebih besar dicapai dengan menghubungkan sel-sel secara seri . Dengan demikian, pasokan 6 V dapat diberikan dengan menghubungkan empat sel secara seri. Sel primer Mercury memiliki ggl 1,35 V tetapi memiliki kapasitas sangat besar walaupun dalam ukuran fisiknya kecil. Umur simpannya panjang dengan konstruksi tahan bocor dan biasanya digunakan untuk pasokan jam tangan dan alat bantu dengar.

Sel sekunder

Sebuah sel sekunder memiliki keuntungan dapat diisi ulang. Jika sel terhubung dengan pasokan listrik yang sesuai maka energi listrik akan tersimpan pada plat sel sebagai energi kimia. Ketika sel terhubung ke beban, energi kimia diubah menjadi energi listrik.

Sebuah sel timbal-asam adalah sel sekunder. Setiap sel memberikan sekitar 2 V, dan ketika enam sel dihubungkan secara seri maka tegangan baterai menjadi 12 V misalnya tipe baterei yang digunakan pada kendaraan bermotor. Gambar 4.20. menunjukkan konstruksi baterai timbal-asam.



Gambar 4.20: Konstruksi baterei lead acid

Sebuah baterai timbal-asam yang terbuat dari pelat timah yang beralur dalam untuk memberikan luas permukaan maksimum dengan berat tertentu dari sel. Sel lempengan dirakit dalam kelompok, dengan isolasi pemisah di antara mereka. Pemisah terbuat dari bahan isolasi berpori, seperti kayu atau ebonit, dan seluruh perakitan direndam dalam larutan asam sulfat encer dengan wadah plastik.

Kapasitas baterei

Kapasitas sel untuk menyimpan muatan adalah ukuran dari jumlah total energi listrik yang dapat dipindahkan di sekitar sirkiit setelah terisi penuh . Hal ini dinyatakan dalam ampere- jam disingkat dengan Ah (Amper-hours), dan dihitung pada 10h rate merupakan arus beban tetap yang akan benar-benar pengosongan (pemakaian beban) baterai dalam waktu 10 jam. Oleh karena itu, 50 Ah baterei akan memberikan saat ini stabil 5A untuk 10h .

Pemeliharaan baterai timbal-asam:

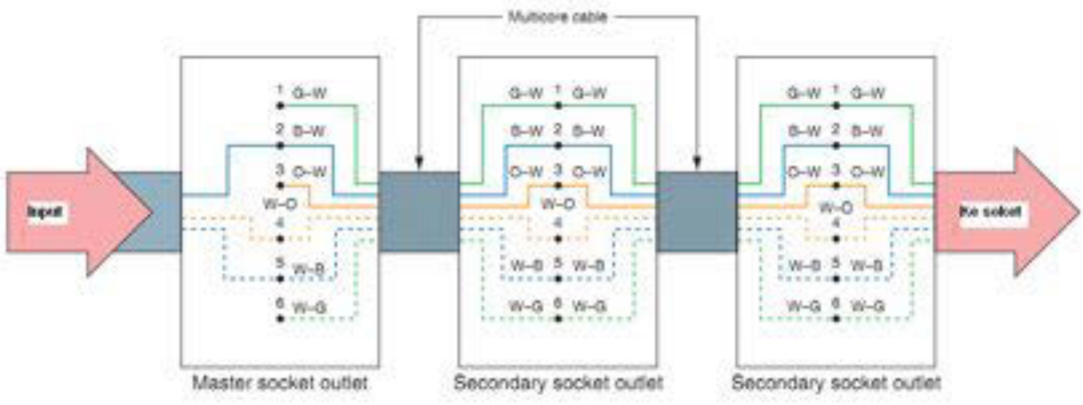
- Pelat baterai harus selalu ditutupi oleh asam sulfat encer. Jika pada posisi daerah jatuh (falls) maka harus diisi hingga puncak dengan air suling.
- Koneksi baterai harus selalu ketat dan harus ditutup dengan lapisan tipis petroleum jelly.
- Berat jenis (The specific gravity) atau kepadatan relatif dari baterai memberikan indikasi yang terbaik kondisi penyimpanan dayanya. Sebuah sel dikatakan habis atau tidak eficien atau rusak memiliki spesifik gravitasi dari 1.150, yang akan meningkat menjadi 1,280 saat terisi penuh. Berat jenis sel dapat diuji dengan hydrometer.
- Untuk menjaga baterai dalam kondisi baik harus secara teratur disiapkan biaya. Sebuah pengisian atau pengosongan yang cepat mendorong piring untuk melengkung, dan dapat menyebabkan kerusakan permanen.
- Ruangan yang digunakan untuk mengisi baterai harus memiliki ventilasi yang baik karena sel saat bereaksi akan mengeluarkan hidrogen dan oksigen, yang eksplosif (mudah meledak) dalam proporsi yang benar.

Soket telepon

Instalasi peralatan telekomunikasi bisa lama bertahun-tahun, dapat dipasang oleh lembaga telkom, tapi sampai hari ini (di Eropa) sebuah kontraktor listrik dapat menyediakan dan memasang peralatan telekomunikasi. Di tempat baru kontraktor listrik dapat memasang soket dan kabel terkait ke

titik masuk jalur yang dimaksudkan, tapi koneksi dari garis masuk ke soket induk dipasang hanya dapat dilakukan oleh insinyur perusahaan telepon. Pada instalasi yang ada, soket sekunder tambahan dapat diinstal untuk memberikan fasilitas plug-in diperpanjang seperti ditunjukkan pada Gambar 4.21. Setiap jumlah soket sekunder dapat dihubungkan secara paralel, tetapi jumlah telepon sel yang dapat dihubungkan pada satu waktu dibatasi.

Setiap bel telepon atau ekstensi ditandai dengan kesetaraan dering nomor dan sebuah bel ekstensi dapat dihubungkan ke instalasi dengan menghubungkan dua kabel bel ke terminal 3 dan 5 dari soket telepon. Bel ekstensi harus dari jenis impedansi tinggi yang memiliki rating REN. Semua peralatan yang terhubung ke saluran pertukaran BT harus menampilkan lingkaran hijau persetujuan.
Kabel multi-core kabel yang digunakan untuk perpanjangan kabel soket outlet harus menjadi tipe yang sesuai digunakan untuk sirk it telepon, yang normal penampangnya antara 0,4 dan 0,68 mm^2. Konduktor harus dihubungkan seperti ditunjukkan pada Gambar . 4.21.



Gambar 4.21.: Sambungan peralatan telepon

Kabel telekomunikasi sirkit saluran I harus dipisahkan dari sirkit Band II yang berisi kabel-kabel listrik.

Instalasi kamar mandi

Kamar yang berisi bak mandi tetap atau baskom mandi dianggap area yang dapat meningkatan risiko sengatan listrik dan karena itu, peraturan tambahan ditentukan dalam bagian 701 dari Peraturan IEE. Hal ini untuk mengurangi risiko sengatan listrik kepada orang-orang dalam situasi di mana daya tahan tubuh turun karena kontak dengan air. Peraturan dapat diringkas sebagai berikut :

- Soket outlet tidak boleh diinstal dan tidak ada ketentuan yang dibuat untuk koneksi peralatan portabel kecuali stopkontak bisa diatasi 3 meter horizontal di luar zona 1 batas dalam bak mandi atau kamar mandi.
- Hanya soket alat cukur yang sesuai dengan BS EN 60742, yaitu pada alatnya mengandung sebuah transformator isolasi , dapat dipasang di zona 2 atau di luar zona saat mandi atau kamar mandi (Peraturan IEE 701.512.4).
- Semua sirkit di ruang mandi atau shower, yang bersifat listrik dan penerangan , harus dibri pengman tambahan yaitu RCD memiliki arus operasi maksimum 30 mA (Peraturan IEE 701.411.3.3).
- Ada pembatasan ke mana peralatan, switchgear dan aksesoris kabel dapat diinstal. Lihat Zona untuk mandi dan kamar mandi di bawah .
- Lokal ekipotensial tambahan (Peraturan IEE 701.415.2) harus disediakan untuk semua gas, air dan pipa pemanas sentral. Di samping itu, untuk logam di kamar mandi, kecuali dua persyaratan berikut keduanya bertemu :

  (i) semua sirkit kamar mandi, baik pencahayaan dan daya, dilindungi oleh sebuah RCD 30 mA, dan

  (ii) bak mandi atau shower terletak di sebuah bangunan dengan

ikatan pelindung ekipotensial.
Catatan : Lokal ekipotensial tambahan mungkin sebagai persyarat tambahan oleh peraturan otoritas daerah setempat, misalnya,lisensi tempat , asrama siswa dan properti sewaan.

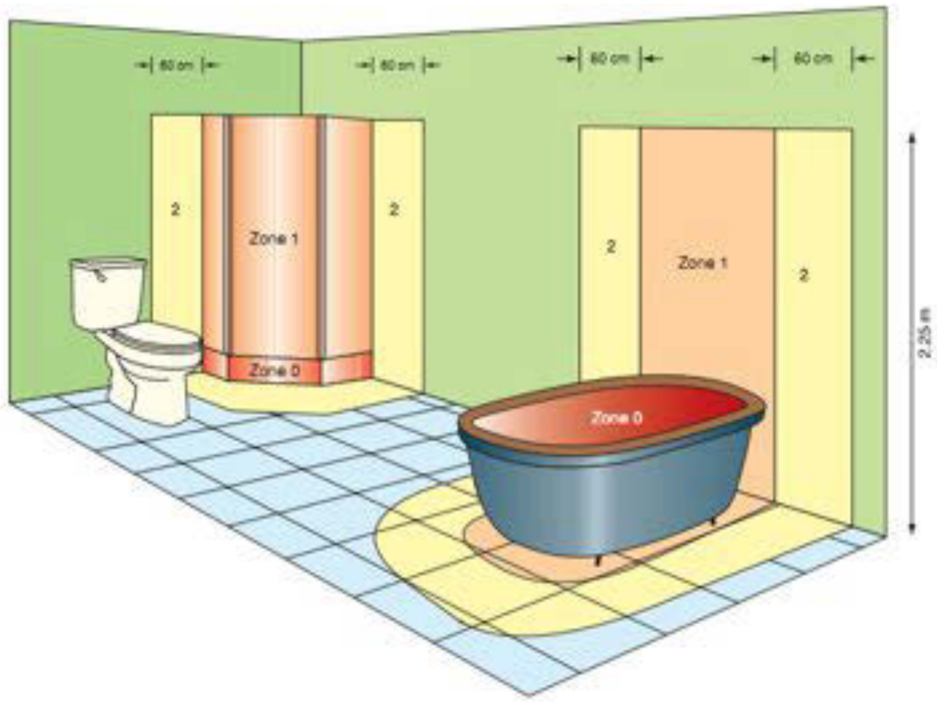
Zona mandi dan mandi shower

Lokasi yang digunakan untuk mandi atau bilik dalam zona atau daerah terpisahseperti ditunjukkan pada Gambar 4.22.

Zona 0, adalah bak mandi (bathtube) atau bak shower itu sendiri, yang dapat berisi air dan oleh karena itu, zona ini paling berbahaya. Zona 1, zona berbahaya berikutnya dimana orang akan berdiri didalam air.

Zona 2, zona paling berbahaya berikutnya dimana orang berada dalam kontak dengan air.

Diluar zona, orang yang paling mungkin berhubungan dengan air tetapi masih dalam lingkungan yang berpotensi berlaku bahaya .





Gambar 4.22.: Ukuran zone kamar mandi

- Ruang bawah bak mandi yang dapat diakses hanya dengan menggunakan alat berada diluar zona.
- Ruang bawah mandi yang dapat diakses tanpa menggunakan alat adalah zona 1.

Peralatan listrik dan aksesoris dibatasi dalam zona .

Zona 0, menjadi zona paling berbahaya untuk semua tujuan praktis , tidak ada peralatan listrik dapat diinstal di zona ini.

Namun, Peraturan mengizinkan bahwa dimana peralatan dengan tegangan pengenal tidak melebihi 12 V ac (tegangan ekstra rendah) tidak dapat ditemukan di tempat lain , hal itu dapat dipasang di zona ini. Peralatan listrik harus memiliki minimal IP = X 7, yaitu perlindungan terhadap jumlah perendaman dalam air. Zona 1, pemanas air , kamar mandi dan pompa dan peralatan dengan tegangan aman dapat dipasang di zona 1. Peralatan listrik harus memiliki setidaknya perlindungan IP= X 4 terhadap cipratan air dari arah manapun. Jika peralatan listrik dapat terkena jet air dari misalnya , peralatan pembersih komersial , maka peralatan listrik harus memiliki perlindungan IP = X5. Zona 2, tokoh-tokoh dan penggemar, dan peralatan dari zona 1 ditambah alat cukur dapat dipasang di zona 2.

Peralatan listrik harus cocok untuk instalasi di zona yang sesuai dengan petunjuk manufakturnya dan memiliki setidaknya perlindungan IPX4 terhadap percikan atau IPX5 perlindungan jika kebersihan komersial diperhatikan.

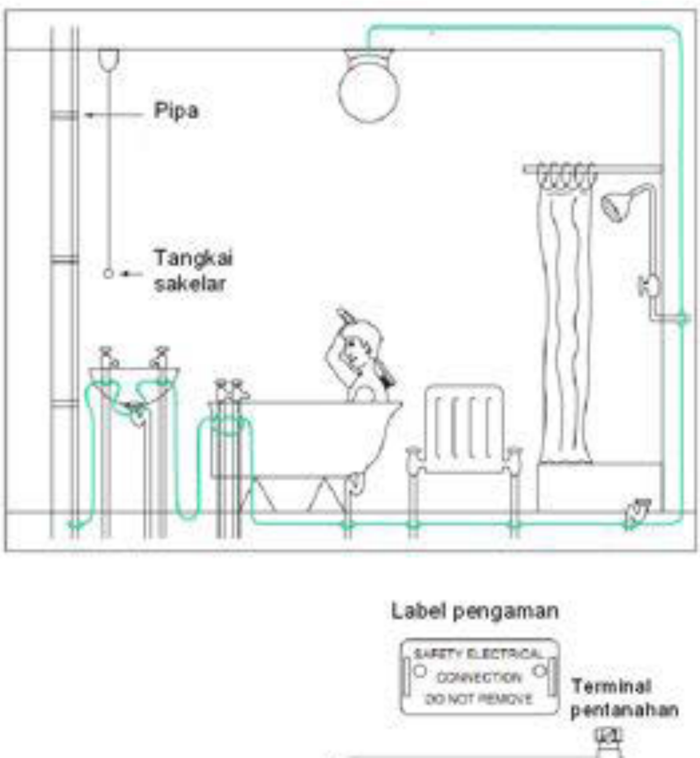
Zona luar, peralatan diperbolehkan ditambah aksesoris kecuali soket . jika lokasi berisi kamar mandi atau mandi sangat besar dan soket

stopkontak dapat diinstal setidaknya 3m horizontal diluar batas zona 1 dan memiliki perlindungan tambahan RCD.

Ikatan ekipotensial tambahan

Metode pemipaan modern memanfaatkan penggunaan non-logam.

Oleh karena itu, kerja logam pada instalasi air dan gas tidak dapat diandalkan untuk terus menerus dilalui arus listrik. Peraturan IEE menjelaskan kebutuhan untuk mempertimbangkan perlindungan tambahan oleh ekipotensial tambahan pada situasi berisiko tinggi terhadap sengatan listrik (misalnya di dapur dan kamar mandi). Di dapur, ikatan tambahan dari keran panas dan dingin, wastafel ujungnya terkena pipa air dan gas. Diperlukan hanya jika pada saat tes kontinuitas bumi membuktikan bahwa belum efektif dan belum handal dihubungkan pada pelindung ekipotensial yang memiliki impedansi tetapi diabaikan, oleh alat kelengkapan instalasi pipa disolder. Jika tes membuktikan tidak memuaskan, logam harus terikat menggunakan konduktor single-core tembaga dengan isolasi PVC loreng hijau-kuning , yang biasanya akan menjadi 4 mm^2 untuk instalasi domestik.



Gambar 4.23.: Ikatan lengkap penghanatar pengaman kamar mandi

dan label pengaman

Di kamar yang dipakai mandi atau shower, ekipotensial tambahan yaitu ikatan hantarannya harus diinstal untuk mengurangi minimal risiko dari sengatan listrik kecuali dua kondisi berikut ini terpenuhi :

(i) semua sirkit mandi dilindungi oleh sekering atau MCB ditambah 30 mA RCD dan

(ii) kamar mandi terletak di sebuah bangunan dengan pengaman sistem ikatan ekipotensial pada tempatnya. Di tempat domestik Ikatan hantaran biasanya 4 mm^2 dengan tembaga berisolasi PVC dan harus disambung diantara logam kerja yang terbuka (logam antar kamar mandi, dudukan shower, pipa logam mesin cuci dan radiator dihubungkan antara semua logam yang terbuka (misalnya antara logam kamar mandi, mandi dan tenggelam keran , shower fitting, pipa limbah logam dan radiator.

Sambungan ikatan harus dilakukan dengan membersihkan permukaan pipa, menggunakan klem yang cocok. Tepat atau didekat sambungan harus diberi label permanen katakan: “Awas sambungan listrik” jangan dilepas.



Ketika telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini, periksalah jawaban dibagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar .

1. Aturan yang membahas tentang tata cara pengawatan instalasi listrik sesuai dengan standar internasional ….
   a. CSA
   b. IEC 6034
   c. PUIL 2000
   d. DIN
   e. BS.
2. Ukuran kabel yang dipakai di Amerika adalah ….
   a. AWG
   b. NAFTA
   c. IEE
   d. IEC
   e. ISO.
3. Kode warna kabel di Indonesia secara umum menurut PUIL 2000 ….
   a. L1 (cokelat), L2 (kuning), L3 (hitam), Netral (biru), PE (hijau-kuning)
   b. L1 (cokelat), L2 (kuning), L3 (biru), Netral (hitam), PE (hijau-kuning)
   c. L1 (merah), L2 (kuning), L3 (hitam), Netral (biru), PE (hijau-kuning)
   d. L1 (kuning), L2 (merah), L3 (hitam), Netral (biru), PE (hijau-kuning)
   e. L1 (merah), L2 (kuning), L3 (biru), Netral (hitam), PE (hijau-kuning).
4. Apakah gunanya kode warna yang dipakai untuk bodi kotak kontak ….
   a. Menghindari kemampuan kapasitas arus kotak kontak
   b. Menghindari kemampuan kapasitas dayakotak kontak
   c. Menghindari kemampuan kapasitas tegangan kotak kontak
   d. Menghindari kesalahan pentanahan
   e. Menghindari kesalahan jaringan.
5. Gunanya instalasi dipasang RCD pada setiap rangkaian beban ….
   a. Mengamankan arus hubung pendek
   b. Mengamankan arus hubung singkat
   c. Mengamankan beban lebih



d. Mengamankan gangguan petir

e. Mengamankan gangguan arus bocor

Tugas:

1. Amati beberapa jenis kabel, gambarlah dan sebutkan warna isolasinya.
2. Untuk apakah warna isolasi kabel tersebut.
3. Adakah alarm disekolah atau ditempat lain yang saudara ketahui, bagaimana cara operasinya.



Pembelajaran 2

Sistem pemasangan dan pengujian

Kegiatan 5.

Inspeksi listrik

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) menjelaskan susunan pentanahan pada sistem pasokan listrik
2) menyatakan jenis instalasi listrik, komponen dan fungsi
3) menyatakan jenis selungkup dan faktor-faktor yang penentu sistem pengawatan

Inspeksi dan teknik pengujian

Pengujian instalasi menyiratkan penggunaan instrumen untuk memperoleh hasil pengetesan secara visual. Namun, tes tidak memungkinkan untuk melakukan identifikasi soket stopkontak yang retak, terkelupas atau kontak longgar, kehilangan saluran pipa, hilangnya tutup kotak atau penyangga oleh karena itu juga diperlukan inspeksi catatan visual dari instalasi. Semua instalasi baru harus diperiksa dan diuji dan setelah selesai baru disambung kedalam layanan beban . Semua instalasi yang ada harus secara berkala diperiksa dan diuji untuk memastikan bahwa instalasi kondisi tetap aman dan memenuhi peraturan. Metode yang digunakan untuk menguji instalasi mungkin dengan member tegangan sehingga akan mengalirkan arus ke dalam sistem. Saat pengujian ini tidak boleh menimbulkan bahaya bagi setiap orang atau peralatan, jika menyambungkan kontak dengan instalasi, bahkan jika rangkaian yang diuji rusak tidak boleh membahayakan orang. Prosedur pengujian harus diikuti dengan hati-hati dan dalam urutan yang benar, seperti yang ditunjukkan oleh peraturan. Hal

ini memastikan bahwa konduktor pelindung tersambung dengan benar dan aman sebelum rangkaian diberi energi yang sesungguhnya.

Inspeksi visual

Instalasi harus diperiksa secara visual sebelum pengujian dimulai. Tujuan dari inspeksi visual adalah untuk konfirmasi bahwa semua peralatan dan aksesoris tidak rusak dan sesuai dengan standar yang diberlakukan dan juga bahwa instalasi telah dipasang dengan aman dan benar. Checklist untuk inspeksi visual awal instalasi, termasuk:

1) Sambungan hantaran
2) Identifikasi hantaran
3) Rute kabel di zona aman
4) Pemilihan konduktor untuk kapasitas arus dan tegangan jatuh
5) Koneksi perangkat kutub tunggal untuk pengaman atau sakelar hanya disambung pada hantaran fase.
6) Sambungan soket outlet, fiting lampu dan aksesori benar
7) Kondisi peralatan tahan api segelnya cocok dan perlindungan terhadap efek thermal memenuhi persyaratan.
8) Metode perlindungan dasar terhadap kejut listrik , termasuk isolasi bagian aktif dan penempatan bagian aktif dari jangkauan serta tutup yang mengisolasi tegangan memenuhi peraturan.
9) Metode perlindungan kesalahan terhadap kejut listrik termasuk keberadaan penghantar pembumian untuk ikatan pelindung keduanya serta ikatan tambahan terpasang dengan baik.
10) Pencegahan terhadap pengaruh yang merugikan (misalnya korosi)
11) Konsisi perangkat yang sesuai untuk isolasi dan switching
12) Keberadaan perangkat pengaman undervoltage (jika diperlukan)
13) Pilihan dan pengaturan perangkat pengaman
14) Pelabelan sirkit, sekering , switch dan terminalnya sesuai standar
15) Pemilihan peralatan dan tindakan perlindungan yang tepat untuk pengaruh eksternal.
16) Akses yang memadahi terhadap switchgear dan peralatan

17) Adanya pemberitahuan bahaya dan pemberitahuan peringatan lainnya
18) Keberadaan diagram, instruksi dan informasi sejenis
19) Metode pemasangan yang sesuai

Checklist adalah panduan, tidak lengkap atau rinci dan harus digunakan untuk mengidentifikasi item yang relevan untuk pemeriksaan yang kemudian dapat diperluas atau diperdetail. Misalnya, item pertama pada daftar, sambungan konduktor dapat lebih diperluas untuk mencakup:

1) Apakah koneksinya aman ?
2) Apakah koneksinya benar ? (identifikasi konduktor)
3) Apakah didukung dengan kabel memadahi .
4) Apakah selubung luar masuk aksesori ?
5) Apakah isolasi rusak ?
6) Apakah isolasi terlalu panjang sehingga sambungan tidak terhubung ?

Ini diulang untuk setiap item yang sesuai pada daftar pemeriksaan. Kegiatan tes ini relevan dengan instalasi sehingga harus dilakukan karena alasan keamanan dan akurasi. Tes ini prosedurnya adalah sebagai berikut :

Sebelum pasokan terhubung

1 . Uji kontinuitas penghantar pengaman , termasuk pelindung ekipotensial dan ikatan tambahan.
2 . Menguji kontinuitas semua rangkaian akhir hantaran sistem cincin.
3 . Uji resistansi isolasi.
4 . Uji polaritas pada titik penting.
5 . Uji tahanan elektroda bumi .

Dengan pasokan tegangan terhubung

6 . Periksa kembali polaritas dengan voltmeter atau lampu uji yang disetujui.
7 . Uji kesalahan loop impedansi pembumian.
8 . Melaksanakan uji fungsional (misalnya operasi dari RCD).



Jika tes apapun gagal memenuhi persyaratan, maka semua tes sebelumnya harus diulang baru kemudian setelah semua kesalahan diperbaiki dan hasilnya memenuhi persyaratan yang ditentukan dapat memberikan rekomendasi hasil. Hal ini harus diikuti karena hasil tes sebelumnya dipengaruhi oleh kesalahan.

Bilamana ada peningkatan jumlah penggunaan perangkat elektronik pada instalasi listrik, misalnya sakelar dimmer dan sirkit ignitor lampu penguapan gas. Perangkat ini sementara harus diputus saat pengujian sehingga peralatan tersebut tidak rusak oleh tegangan uji, atau sewaktu menguji tahanan isolasi.

Instrumen persetujuan tes

Instrumen tes dan petunjuk uji digunakan oleh teknisi listrik untuk pengujian instalasi listrik supaya memenuhi semua persyaratan peraturan yang relevan. Peraturan IEE (BS 7671) juga menentukan tegangan uji atau arus yang dibutuhkan untuk melakukan tes tertentu agar hasilnya memuaskan. Semua peralatan uji harus dipilih sesuai dengan bagian yang relevan. Semua harus dilakukan pengujian, karena itu, harus dilakukan menggunakan instrumen tes yang disetujui jika hasil tes adalah valid. Instrumen tes juga harus dilampiri sertifikat kalibrasi, jika tidak hasil yang direkam mungkin tidak berlaku. Sertifikat kalibrasi biasanya berlangsung selama waktu tertentu. Instrumen tes harus diuji dan dikalibrasi ulang setiap tahun oleh lembaga resmi yang disetujui. Hal ini akan menjaga keakuratan instrumen ke tingkat yang dapat diterima, biasanya toleransinya 2 % dari nilai sebenarnya.

Instrumen tes digital modern cukup tangguh, tetapi untuk mempertahankan alat dalam keadaan baik harus diperlakukan dengan hati-hati. Sebuah instrumen tes disetujui biayanya sama dengan harga kamera berkualitas baik oleh karena itu, kita harus melakukan perawatan dan perhatian yang seimbang. Mari kita lihat empat persyaratan tes meter yang sering digunakan.

Tester kontinuitas

Untuk mengukur secara akurat resistansi konduktor dalam sebuah instalasi listrik kita harus menggunakan instrumen yang mampu menghasilkan rangkaian terbuka tegangan antara 4 V dan 24 V ac atau dc, dan menghantarkan arus hubung singkat tidak kurang dari 200 mA. Fungsi pengujian kontinuitas dan pengujian resistansi isolasi biasanya digabungkan dalam satu instrumen tes.

Pengujian resistansi isolasi

Instrumen tes harus mampu mendeteksi kebocoran isolasi antar hantaran fase dan antar hantaran fase dan hantaran pembumian. Untuk melakukan hal ini instrumen tes harus mampu menghasilkan tegangan uji 250V, 500V atau 1000V dan memberikan arus keluaran tidak kurang dari 1 mA pada tegangan normal.

Pengujian impedansi rangkaian kesalahan pembumian

Pengujian impedansi rangkaian kesalahan pembumian harus mampu memberikan arus kesalahan setinggi 25 A pada 40 ms dengan tegangan suplai. Selama pengujian, instrumen di set pada rangkaian Ohm. Hasil pembacaan merupakan resistansi yan terukur.

Tester RCD

Dimana sirkit dilindungi oleh RCD kita harus melakukan tes untuk memastikan bahwa perangkat dapat beroperasi cepat dalam kondisi gangguan dan dalam batas waktu yang ditetapkan. Karena itu instrumen harus disimulasikan uji kesalahan (kebocoran) dan waktu yang dibutuhkan diukur untuk mengetahui operasi RCD. Oleh karena itu, kalibrasi untuk memberikan pembacaan diukur dalam milidetik dengan akurasi in-service 10 %. Jika instrumen uji dan petunjuk

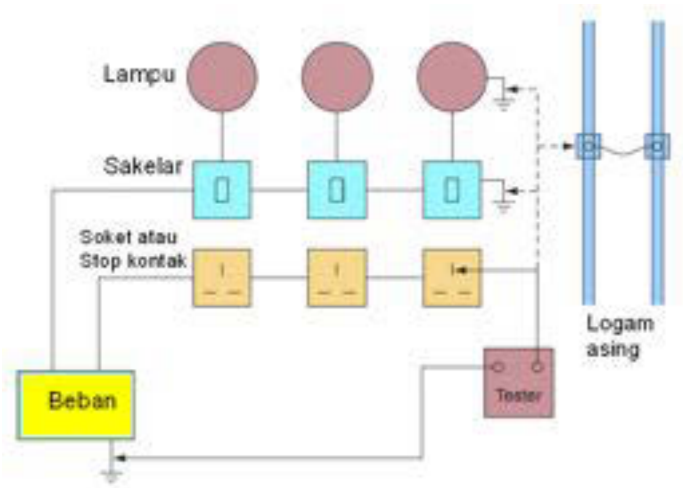
pemakaiannya berkualitas maka akan memberikan hasil tes yang valid. Namun, untuk melaksanakan semua tes diperlukan investasi modal yang tidak sedikit.

Mari kita memperhatikan tes bagian per bagian:

1. Pengujian kontinuitas penghantar pengaman

Tujuan dari tes ini adalah untuk memastikan bahwa penghantar pengaman terhubung dengan benar, memiliki resistansi total yang cukup rendah untuk memungkinkan perangkat proteksi arus lebih operasi waktu pemutusannya memenuhi persyaratan setiap terjadi kesalahan pembumian. Setiap konduktor dan pelindung harus diuji secara terpisah dari terminal pelindung utama pembumian konsumen untuk memverifikasi bahwa apakah bunyi listrik itu adalah terhubung dengan benar, termasuk ikatan ekipotensial penghantar pengaman dan penghantar ikatan tambahan.

Tes d.c. menggunakan tester kontinuitas ohmmeter cocok, dimana hantaran pengaman adalah dari tembaga atau aluminium hingga 35 mm^2. Pengujian dilakukan dengan pasokan diputus, mengukur dari terminal hantaran pengaman utama konsumen ke ujung masing-masing. Dalam melakukan tes resistansi semakin panjang hasil pembacaan semakin berkurang ini merupakan nilai resistansi hantaran pengaman PE. Hasilnya dicatat pada catatan rinci instalasi. Hasil tes yang memuaskan untuk ikatan hantaran akan berada sekitar 0.05 Ω atau kurang.



Gambar 5.1.: Mengetes hantaran pengaman

Dimana penghantar pengaman pada pipa baja atau bentuk trunking, standar tes yang dijelaskan diatas dapat digunakan, tetapi hantaran pengaman juga harus diperiksa secara visual sepanjang-panjangnya untuk memverifikasi integritas dari semua dos sambungan. Jika insinyur memeriksa akan memiliki alasan untuk menanyakan kekuatan dan kualitas sambungannya antar hantaran fase kemudian hantaran fase dengan rangkaian pembumian. Rangkaian uji untuk impedansi akan dijelaskan kemudian dalam bab ini. Jika, setelah melakukan tes ini selanjutnya insinyur masih akan mempertanyakan kualitas dan kekuatan pengaman yang dibentuk oleh pipa logam atau trunking. Maka tes lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan tegangan a.c. tidak lebih besar dari 50V pada frekuensi instalasi dan arus mendekati 1,5 kali arus disain sirkit, tapi tidak lebih dari 25 A.Tes ini dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah transformator tegangan rendah kemudian dapat langsung menyambung amperemeter dan voltmeter, tetapi sejumlah instrumen komersial yang tersedia seperti tester Clare memberikan nilai pembacaan langsung dalam ohm.

Karena arus gangguan akan mengalir di sekitar jalur rangkaian kesalahan pembumian yang nilai resistansinya bila diukur harus cukup rendah untuk memungkinkan arus ke perangkat pelindung bekerja dengan cepat. Untuk hasil tes yang memuaskan, hambatan dari pengaman pentanahan harus konsisten dengan nilai-nilai yang dihitung sepanjang hantaran yang sama dan luas penampangnya.



Contoh

Hantaran pengaman PE untuk sirkit cincin diinstal dengan hantaran1,5 mm^2 dengan inti tembaga perkiraan panjang 50 m. Tentukan nilai tes kontinuitas yang memuaskan untuk hantaran pengaman PE dengan menggunakan nilai yang diberikan dalam Tabel 9A. Resistansi per meter untuk penghantar tembaga 1,5 mm^2 = 12.10 mΩ / m

Dimana,

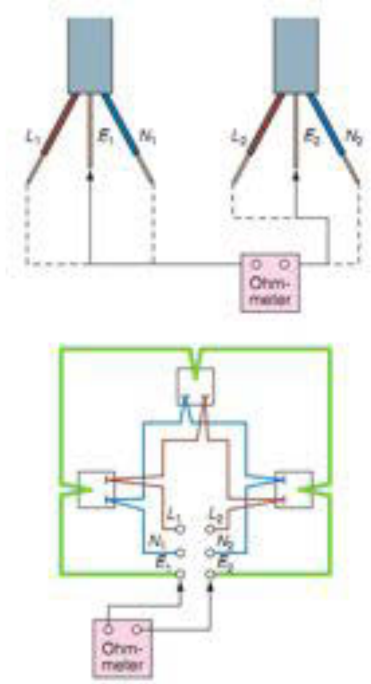
$$\text{Resistansi pada 50 m} = 50 \times 12.10 \times 10^{-3}$$

$$= 0{,}605\ \Omega$$

Nilai resistansi hantaran pengaman dihitung dengan metode ini hanya menjadi pendekatan sejak panjang hantaran pengaman hanya dapat diperkirakan. Oleh karena itu, dalam kasus ini, hasil tes yang memuaskan akan diperoleh jika hambatan dari hantaran pengaman adalah sekitar 0,6 Ω.Sebuah hasil yang lebih tepat ditunjukkan oleh tes impedansi kesalahan pembumian yang kemudian dilakukan tes urutan.

2. Pengujian kontinuitas penghantar rangkaian akhir cincin

Tujuan dari tes ini adalah untuk memastikan bahwa semua kabel rangkaian cincin kontinu sekitar ring, yaitu, bahwa tidak ada pemutusan dan tidak ada interkoneksi diatas ring dan bahwa semua koneksi listrik dan sambungan mekanisnya kondisi kuat. Tes ini juga memverifikasi polaritas setiap stop kontak.



Gambar 5.2.: Mengukur resistansi rangkaian kabel

Pengujian dilakukan dengan pasokan listrik diputus, dengan menggunakan ohmmeter sebagai berikut:

Cabut dan pisahkan konduktor dari kedua kaki cincin di sekering utama. Ada tiga langkah untuk tes ini.

Langkah 1

Ukur resistansi dari hantaran fase (L1dan L2), hantaran netral (N1 dan N2) dan hantaran pengaman (PE1 dan PE2) . Pembacaan hantaran fase dan netral nilainya sekitar 0,05 Ω jika cincin kontinu.

Pembacaan hantaran pengaman akan 1,67 kali bacaan lebih besar jika kabel yang digunakan 2,5 atau 1,5 mm^2. .

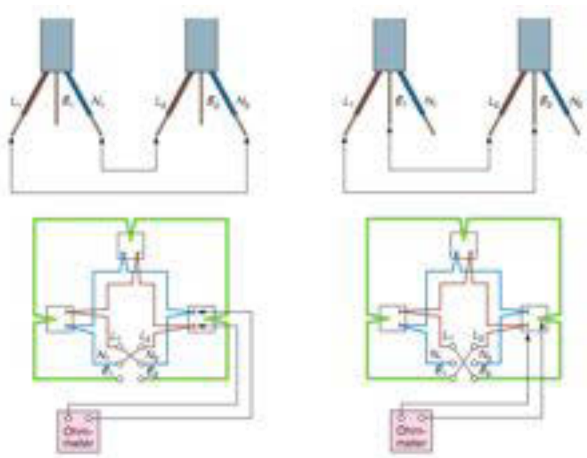
Langkah 2

Hantaran fase dan netral sementara sekarang harus digabung bersama. Pembacaan ohmmeter kemudian harus diukur antara fase dan netral pada setiap soket stopkontak sirkit cincin. Pembacaan yang diperoleh harus secara substansial sama, asalkan tidak ada kerusakan atau multi loop di atas ring. Setiap pembacaan harus memiliki nilai sekitar setengah pembacaan pada ohmmeter antara fase dan netral diukur pada langkah 1 ini.

Soket yang dihubung sebagai pemicu akan memiliki nilai sedikit lebih tinggi dari resistensi karena mereka diberi umpan satu kabel, sementara setiap soket pada cincin diberi umpan dua kabel.

Langkah 3

Dimana hantaran pengaman sebagai kabel cincin, dimana kabel kembar dan pembumian atau pipa PVC digunakan untuk pengawatan cincin , sambungan sementara hantaran fase dan hantaran pengaman bersama-sama.



Gambar 5.3.: Step 2 dan step 3, mengetes rangkaian kabel

Pembacaan ohmmeter harus diambil antara fase dan pembumian pada setiap soket stopkontak pada cincin. Pembacaan yang diperoleh harus secara substansial sama asalkan tidak ada kerusakan atau multi loop di atas ring. Nilai ini sama dengan untuk sirkit R1+ R2. Nilai langkah R1+ R2 harus sama dengan (r1+ r2) / 4 , di mana r1 dan r2 adalah pembacaan ohmmeter dari langkah 1.

3. Testing resistansi isolasi

Tujuan dari tes ini adalah untuk memastikan bahwa kualitas isolasi memuaskan dan belum ada gangguan atau hubung singkat. Pengujian harus dilakukan pada unit konsumen. Dengan listrik dimatikan, semua sekering di tempatnya dan semua saklar ditutup. Lampu neon, kapasitor dan sirkit elektronik harus terputus , karena mereka masing-masing akan menyala, mengisi atau rusak akan rusak dengan adanya tes.

Ada dua tes yang harus dilakukan dengan menggunakan tester resistansi isolasi yang harus memiliki tegangan uji 500 Vdc. untuk 230V dan 400 V ac. Pengetesannya antara hantaran fase dan netral ke pembumian dan antar fase.

Prosedurnya adalah :

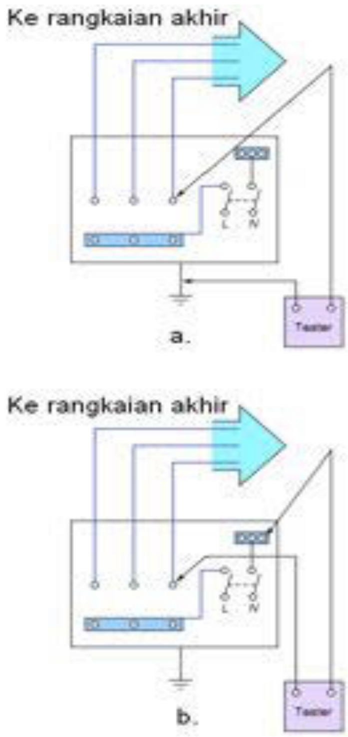
Hantaran fase dan netral ke bumi

1 . Lepas semua lampu .

2 . On-kan semua saklar dan pemutus sirkit .

3 . Lepaskan peralatan .

4 . Tes secara terpisah antara fase dan pembumian PE, dan antara hantaran netral dan PE, untuk setiap rangkaian distribusi pada unit konsumen.



Gambar 5.4.: Pengetesan resistansi isolasi

Catat hasil pada catatan hasil tes yang telah dilakukan.

Antara hantaran fase

1 . Lepas semua lampu .
2 . On-kan semua saklar dan pemutus sirkit .
3 . Lepaskan peralatan.
4 . Uji antara hantaran fase dan netral pada setiap rangkaian distribusi konsumen seperti ditunjukkan pada Gambar 5.4 (b) dan catat hasilnya.

Pembacaan tahanan isolasi untuk setiap tes harus tidak kurang dari 1,0 MΩ untuk hasil yang memuaskan. Dimana sirkit termasuk peralatan elektronik yang mungkin rusak dengan uji tahanan isolasi, pengukuran antara semua faseup (yaitu fase dan netral terhubung bersama-sama) dan pengaturan pembumian dapat dilakukan. Resistansi isolasi dari tes ini harus tidak kurang dari 1,0.



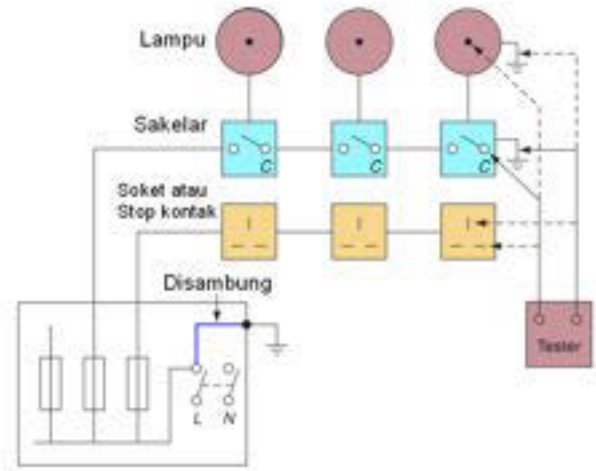
Meskipun resistensi pembacaan isolasi dari 1,0 MΩ sesuai dengan peraturan , IEE catatan panduan memberitahu kita nilai-nilai yang jauh lebih tinggi dapat diharapkan dan bahwa pembacaan kurang dari 2 MΩ mungkin menunjukkan kesalahan laten, namun belum terlihat dalam instalasi. Dalam kasus ini setiap sirkit harus diuji secara terpisah untuk mendapatkan membaca lebih dari 2 MΩ

4. Pengujian polaritas

Tujuan dari tes ini adalah untuk memastikan bahwa semua sekering, pemutus sirkit dan sakelar terhubung dalam jaringan atau hantaran fase, dan bahwa semua kabel pada soket benar, pada lampu dengan fiting Edison kontak ditengahnya merupakan hantaran fase. Hal ini penting untuk uji polaritas pada instalasi sejak inspeksi visual hanya akan menunjukkan identifikasi konduktor.

Tes ini dilakukan sebelumnya sumber pasokan diputus, dengan menggunakan ohmmeter atau tester sambung sebagai berikut:

1 . Matikan pasokan pada saklar utama .
2 . Lepas semua lampu dan peralatan .
3 . Memperbaiki hubungan sementara antara hantaran fase dan koneksi bumi pada konsumen sisi saklar utama.
4 . Uji antara terminal umum dan pembumian pada setiap posisi switch.
5 . Uji antara ujung pusat pada setiap termina sekrup Edison fiting lampu dan koneksi bumi aman.
6 . Uji antara hantaran fase (yaitu pin pembumian) dan pembumian pada setiap stopkontak.



Gambar 5.5.: Pengetesan polaritas

Untuk hasil tes yang memuaskan (kategori bagus) ohmmeter atau tester sambungan harus terbaca mendekati nol untuk setiap tes. Kembali ke pengujian dan catat hasil pengetesan tersebut.

5. Pengujian resistensi elektroda bumi

Sumber tegangan rendah yang menggunakan sistem susunan pembumian independen dari kabel utama pasokan diklasifikasikan sebagai sistem TT. Untuk jenis pasokan ini perlu menanam elektroda bumi ke dalam massa umum kawat pembumian, yang kemudian membentuk bagian dari hantaran balik pembumian hubungannya dengan RCD.

Tes untuk memverifikasi resistansi dari elektroda yang digunakan dengan sistem TT ini dengan metode yang dapat diterapkan:



1 . Lepaskan pengaman instalasi dari ikatan ekipotensial dari elektroda bumi

untuk memastikan bahwa arus uji hanya melewati elektroda bumi.

2 .Matikan semua beban konsumen untuk mengisolasi instalasi.

3 . Menggunakan tester loop hantaran pembumian, impedansi uji antara jalur hantaran masuk dan elektroda bumi.

4 . Sambungkan kembali hantaran ikatan pengaman ketika tes ini selesai.

Catatan hasil merupakan info bagi kita bahwa nilai yang dapat diterima untuk pengukuran resistansi elektroda bumi akan menjadi sekitar 200 Ω atau kurang. Lakukan dengan beberapa kali tes, jika sudah memuaskan, pasokan sekarang mungkin dapat diaktifkan dan tes akhir dilengkapi dengan pasokan terhubung.

6. Pengujian polaritas : tegangan terhubung

Menggunakan voltmeter yang disetujui atau lampu uji dan probe yang memenuhi K3, sekali lagi melakukan tes polaritas untuk memverifikasi bahwa semua sekering , pemutus sirkit dan switch yang terhubung dalam rangkaian hidup. Tes dari terminal umum ke bumi, pin langsung dari masing-masing soket outlet ke bumi dan pin pusat dari setiap sekrup Edison fiting lampu ke bumi. Dalam setiap kasus voltmeter atau tes lampu harus menunjukkan pasokan tegangan untuk hasil yang memuaskan.

7. Pengujian rangkaian impedansi kesalahan pembumian (tegangan terhubung)

Tujuan dari tes ini adalah untuk memastikan bahwa impedansi dari seluruh kesalahan loop jalur pembumian arus ke bumi cukup rendah untuk memungkinkan perangkat proteksi arus lebih beroperasi agar memenuhi persyaratan waktu pemutusan tidak harus terjadi kesalahan. Seluruh arus gangguan loop pembumian diperiksa dengan pengetesan ini terdiri dari semua instalasi PE, terminal PE dan hantaran PE, titik netral dibumikan dan gulungan sekunder transformator dan konduktor fase dari transformator ke titik kesalahan instalasi. Tes dalam banyak kasus, dilakukan dengan tujuan untuk

membuat rangkaian tester impedansi hantaran pembumian yang beredar saat ini lebih dari 10 A disekitar loop untuk waktu yang sangat singkat, sehingga mengurangi bahaya sirkit yang rusak. Tes dilakukan dengan sumber tegangan disambung , dan dilakukan dari titik terjauh dari setiap rangkaian akhir, termasuk pencahayaan, outlet soket dan setiap peralatan stasioner. Catat hasil pada detail tes. Tujuan pengujian dibuat untuk memberikan hasil pembacaan dalam ohm dengan hasil yang memuaskan dapat diperoleh ketika impedansi loop tidak melebihi nilai yang diberikan.

8. Perlindungan tambahan : pengujian RCD saat sumber tegangan terhubung

Tujuan dari tes ini adalah untuk memverifikasi efektivitas RCD, yang beroperasi sesuai dengan sensitivitas dan membuktikan integritas elemen listrik dan elemen mekanik. Tes harus mensimulasikan kondisi kesalahan yang tepat dan independen dari setiap fasilitas uji yang terpadu pada perangkat. Ketika melakukan tes, semua beban yang terpasang biasanya diputus. Pengujian rangkaian cincin yang dilindungi oleh RCD tujuan umumnya yaitu sebagai dasar pemisah yang dilakukan sebagai berikut :

- Menggunakan petunjuk standar yang disertakan pada instrumen, lepaskan semua beban dan plug pada soket pusat rangkaian cincin (yaitu soket pada titik terjauh dari sumber tegangan).
- Mengatur instrumen tes untuk arus bocor perangkat dan pada sudut fase 0 °.
- Tekan tombol tes RCD, rangkaian akan memutuskan pasokan dalam 200 ms.
- Mengubah sudut fase dari 0 ° sampai 180 ° dan tekan tombol tes sekali lagi. RCD harus trip lagi dalam 200 ms . Catat nilai tertinggi dari dua hasil tes pada catatan hasil tes tersebut.
- Sekarang atur instrumen tes untuk 50 % dari nilai gangguan (50 % x $I_{\Delta N}$) RCD dan tekan tombol tes. RCD tidak harus trip dalam waktu 2 s.
  Tes ini menguji RCD atas ketidaknyamanan atau gangguan kebocoran.

- Akhirnya, operasi yang efektif dari tombol uji dimasukkan dalam RCD ini harus diuji untuk membuktikan integritas elemen mekanik pada perangkat RCD. Tes ini harus diulang setiap 3 bulan. Jika RCD gagal salah satu tes di atas harus diganti dengan yang baru.

Dimana RCD memiliki nilai bocor tidak melebihi 30 mA dan telah dipasang dengan tujuan mengurangi resiko yang terkait dengan *perlindungan* “dasar” dan atau *perlindungan* “kesalahan”. Besar arus sisa hingga 150 mA pemutus sirkit harus membuka dalam 40ms.

Sertifikasi dan pelaporan

Setelah pemeriksaan dan pengujian instalasi, sertifikat harus diberikan oleh kontraktor listrik atau orang yang bertanggung jawab kepada pemesan pekerjaan. Sertifikat mencakup nilai-nilai tes yang memverifikasi bahwa instalasi telah memenuhi peraturan penggunaan material (Standar Nasional Indonesia) dan standar untuk instalasi listrik saat dilakukan pengujian (PUIL 2000). Sertifikat listrik Instalasi harus digunakan sebagai sertifikasi awal instalasi listrik pasangan baru atau untuk perubahan atau penambahan instalasi yang ada. Semua instalasi harus diuji dan diperiksa secara berkala dan inspeksi sertifikat yang telah dikeluarkan. Disarankan frekuensi inspeksi berkala diberikan di bawah ini:

1) instalasi rumah 10 tahun
2) instalasi komersial 5 tahun
3) instalasi industri 3 tahun
4) instalasi pertanian dan hortikultura 3 tahun
5) instalasi mobil caravan 3 tahun
6) instalasi dilokasi caravan 1 tahun
7) instalasi sementara di lokasi konstruksi (proyek) 3 bulan.

Limbah

- dibersihkan sebelum kita meninggalkan pekerjaan
- menempatkan bahan limbah ditempat benar
- mendaur ulang tabung lampu dan lampu bekas
- membuang limbah secara bertanggung jawab.

Keamanan konstruksi di lapangan

Dalam bab ini kita telah melihat berbagai jenis instalasi listrik dan sistem kabel. Sebagian besar jenis pekerjaan dilakukan bersama kontraktor lain sebagai bagian dari proses konstruksi. Listrik memiliki bagian penting untuk ikut bermain dalam setiap proyek konstruksi. Namun, konstruksi dilapangan memiliki potensi untuk menjadi berbahaya karena bersifat sementara dan adanya perubahan lingkungan bangunan. Data telah menunjukan penyebab umum kecelakaan ditempat kerja dan bagaimana mengontrol resiko yang terkait dengan berbagai bahaya dalam bab awal buku ini. Untuk membuat lingkungan kerja yang selalu aman, seyogyanya:

- berperilaku selalu bertanggung jawab dan bijaksana.
- memperhatikan faktor bahaya sebelum mulai bekerja.
- memakai alat pelindung diri yang sesuai (APD) dan mengambil semua tindakan pencegahan yang diperlukan.
- selalu berusaha bekerja diarea bersih dan rapi dan menggunakan pelindung untuk mengisolasi potensi bahaya.
- melaksanakan prosedur isolasi yang aman dan meyakini bahwa semua rangkaian sudah bebas dari tegangan sebelum memulai bekerja pada area aktiv atau pada peralatan listrik. Sementara itu ada berapa orang yang kompeten dan diijinkan untuk melakukan “pengujian bertegangan” (live testing), tetapi aktualnya menurut peraturan kerja dan alasan keamanan pengujian bertegangan tidak diijinkan.



- Jika pekerjaan sudah selesai, lingkungan kerja dibersihkan dan pembuangan sampah dilakukan. Apa saja sampah yang langsung dibuang biasanya harus dipertimbangkan dengan akal sehat. Barang bekas yang berbahaya terhadap lingkungan harus disendirikan untuk dikumpulkan menjadi satu, jika memungkinkan diserahkan pada yang berwenang untuk ditindak lanjuti atau didaur ulang. Misalnya lampu tabung fluoresen dan lampu lainnya yang diklasifikasikan berbahaya.

Ketika telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini, periksalah jawaban dibagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar.

1. Mengapa instalasi yang selesai dipasang harus dites baik visual maupun fungsinya sebelum disambung dengan sumber tegangan?
   a. Memenuhi peraturan
   b. Keamanan
   c. Keselamatan
   d. Menjaga keamanan dan memenuhi aturan
   e. Mengetes fungsi

2. Dalam mengetes instalasi secara visual kita melakukan kegiatan diantaranya adalah memeriksa:
   a. Apakah lampunya menyala
   b. Apakah tegangan kotak kontaknya 220V
   c. Apakah lingkungannya bersih
   d. Apakah tingginya komponen (sakelar atau kotak kontak) memenuhi aturan
   e. Apakah penampang dan warna hantrannya sesuai aturan

3. Perbedaan antara pengetesan rangkaian tanpa pasokan tegangan dengan pasokan bertegangan adalah ….
   a. Untuk keamanan
   b. Untuk menguji fungsi saat bertegangan
   c. Untuk menguji spesifikasi saat bertegangan



d. Untuk menguji visual saat bertegangan
e. Untuk mengetes kesalahan

4. Pengujian kontinuitas menggunakan tester dimaksudkan untuk:
   a. Menguji arus hubung singkat pada tegangan ekstra rendah
   b. Menguji beban
   c. Menguji fungsi
   d. Menguji system pembumian
   e. Menguji sambungan pembumian
5. Pengujian RCD yang dilakukan adalah mengetes operasi peralatan untuk mendeteksi adanya ….
   a. nilai arus gangguan
   b. nilai arus gangguan dan waktu pemutusan
   c. nilai waktu pemutusan
   d. ketahanan RCD
   e. akurasi pemutusan.

Tugas:
1. Amati pasangan komponen listrik disekitarmu apakah kuat dan sempurna. 2. Carilah hantaran atau kabel yang disambung pada terminal pentanahan. 3. Bagaimana cara mengetes bahwa kabel tidak putus?

Pembelajaran 3

Distribusi listrik kapal

Kegiatan 6.

Daya listrik dan sistem grounding

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Distribusi daya
2) Sistim grounding pada jaringan kapal
3) Kesalahan listrik

Distribusi Daya

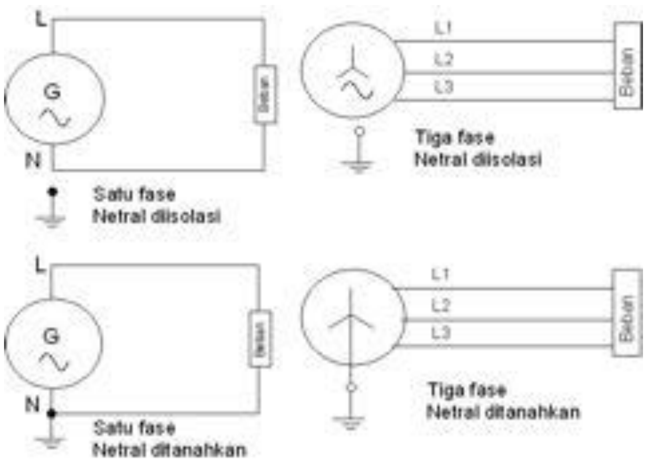
Sistem distribusi listrik pada kapal adalah penyediaan daya listrik secara aman untuk semua item peralatan atau beban yang terhubung pada rangkaian jaringgan. Secara jelas elemen peralatan dan beban yang terpasang dalam sistem ini ditunjukan pada panel utama. Bagian dari sumber panel utama (main distribution board *MDB*) yang dipakai sebagai pemasok daya pada motor starter merupakan bagian dari panel utama yang dikenal dengan sebutan sub-panel atau Sub-Distribution Board SDB. Transformator tegangan menengah (Medium Voltage MV) dan tegangan rendah Low Voltage LV adalah merupakan bagian sistem distribusi. Pemutus sirkit dan sekering (pengaman lebur) ditempatkan secara strategis disepanjang sistem jaringan, pemutus akan beroperasi pada jaringan secara otomatis apabila terjadi kerusakan atau gangguan disepanjang jaringan dibawahnya. Panel (switchgear) utama ditempatkan pada ruang kontrol dan dari sana bagian staf teknisi bagian engineering akan memantau dan mengendalikan pembangkitan dan distribusi daya listrik. Hal demikian sangat penting untuk diperhatikan bahwa setiap teknisi atau insinyur harus memiliki

pengetahuan yang detail dan mendalam bahwa distribusi daya listrik adalah sebagai kekuatan utama sebuah kapal. Inilah satu-satunya cara untuk meningkatkan pemahaman dasar pengetahuan tentang pentingnya sebuah diagram listrik kapal.

Hampir semua kapal laut memiliki sistem distribusi daya tegangan a.c. dalam menanggulangi dan memenuhi ketersediaan daya listrik untuk sistem tegangan pasokan d.c. Diagram skema distribusi listrik pada sebuah kapal dalam keseharian adalah sebagai perlengkapan utama kapal laut. Hal demikian berlaku seperti halnya peralatan di industri yang digunakan sesuai dengan kebutuhan termasuk untuk kepentingan sertifikasi dalam mempertahankan atau menjaga kondisi standar yang telah ditentukan sesuai dengan persyaratan yang terpampang pada papan panel kapal (misal: getaran , pendingin dan pengering , kelembaban dan kadar garam yang sering ditemui di berbagai kapal). Secara umum kapal memiliki sumber pembangkit a.c. tiga fase dengan sistem tiga kawat, 440V dan sistem isolasi titik netral jaringan. Ini berarti bahwa titik netral generator terhubung bintang tetapi tidak dibumikan ke lambung kapal.

Kapal dengan beban listrik yang sangat besar memiliki generator dengan operasi sistem tegangan menengah (MV) diantaranya 3.3kV, 6.6 kV dan bahkan 11kV. Dengan menggunakan tegangan menengah kita dapat mengurangi ukuran penampang kabel dan rating current peralatan pengamannya. Sistem tegangan menengah secara umum merupakan pembangkitan daya listrik yang efektif dipakai pada kapal tetapi semakin tinggi tingkat kompleksitas kerawananannya. Frekuensi sistem listrik a.c. dapat dipilih menggunakan 50 Hz atau 60Hz. Sedangkan yang paling umum frekuensi daya digunakan di atas kapal adalah 60Hz. Dengan demikian bahwa generator dan motor akan berjalan pada kecepatan putaran menjadi lebih tinggi, tetapi disisi lain terjadi penurunan ukuran kapasitas daya yang diberikan. Sistem penerangan listrik menggunakan sistem fase tunggal yang beroperasi pada tegangan 220 V. Tegangan ini berasal dari transformator yang terhubung pada output trafo yaitu sistem tegangan 440 V.

1) Sistem grounding pada jaringan listrik kapal



Gambar 6.1.: Sistem Isolasi dan Pembumian netral

Dalam rekayasa listrik, grounding akan menjadi acuan pokok sebuah jaringan listrik. Tegangan akan diukur pada satu titik dengan titik lainnya dan sebagai titik acuannya adalah grounding. Titik pembumian berarti hubungan



yang solid pada jaringan listrik ke tanah, karena sebagian besar dan massanya hampir tidak ada resistansi atau relative kecil resistansi arus listriknya. Jika referensi pengukuran tegangan adalah tanah maka titik pentanahan tersebut menjadi grounding. Dengan keberadaan titik pembumian pada panel kapal tersebut, maka lambung kapal dapat digunakan sebagai pengganti bumi. Tergantung pada konstruksi jaringan listrik yang dipasang mungkin tidak terhubung dengan potensial bumi. Secara umum kita dapat memiliki soliditas pembumian, reaktansi pembumian, resistensi pembumian dan jaringan terisolasi. Pada jaringan isolasi ada kemungkinan untuk mendeteksi kegagalan pembumian . Pada sistem distribusi di kapal biasanya isolasi jaringannya menggunakan sistem tegangan rendah (1000V a.c.) dan resistensi isolasinya tinggi untuk sistem tegangan menengah. Resistensi grounding besar dapat mempengaruhi tingkat kepastian kerja saat terjadi gangguan bumi dan mencegah terjadinya kesalahan hubung singkat pada jaringan. Resistensi grounding yang besar tidak dapat menjamin kontinuitas pelayanan.

Berikut tabel karakteristik kondisi yang menjadi perhatian karena akan mempengaruhi operasi dan tingkat keamanan jaringan instalasi di kapal. Adapun hal-hal yang menyangkut kondisi opearsi tersebut secara jelas dapat di amati berdasarkan data pada kolom terkait.

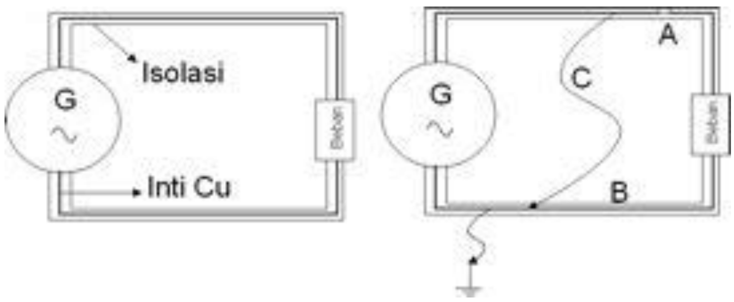
Tabel 6.1.: Karakteristik instalasi kapal

Karakteristik	Solid (kuat)	Isolasi	Resistansi
Arus bocor tanah besar	Ya	Tidak	Tidak
Kemungkinan gangguan multi fase	Tinggi	Rendah	Rendah
Level resiko busur api	Tinggi	Sangat rendah	Sangat rendah

Level keamanan relative (alat dan orang)	Rendah	Tinggi	Sangat tinggi
Lokasi gangguan	Ya	Tidak	Ya
Kontinuitas pelayanan	Tidak	Ya	Ya
Kemungkinan selektivitas tripping	Ya	Tidak	Ya
Alarm tanpa berhenti	Tidak	Ya	Ya
Level isolasi kabel (IEC 60502-2)	1,0	1,73	1,73
Level pengaman surge	1,0	1,73	1,73
Level overvoltage tidak tetap	2,5x	6x	2,7x

1. Kesalahan Listrik

   Ada tiga macam perbedaan kesalahan listrik



Gambar 6.2.: Kesalahan rangkaian

3.1. Kesalahan pembumian

Sebuah gangguan pembumian disebabkan oleh gagalnya isolasi sehingga memungkinkan arus listrik mengalir ke potensial bumi. Penyebab kesalahan pembumian biasanya oleh kerusakan atau keausan terminal atau sambungan isolasi. Mayoritas kesalahan pembumian terjadi pada peralatan listrik karena kegagalan isolasi atau sambungan kabel yang longgar memungkinkan kabel yang bertegangan terjadi kontak dengan logam yang dibumikan.

Untuk melindungi terhadap bahaya sengatan listrik dan busur api yang timbul dari kesalahan pembumian, selungkup bahan logam dan bagian logam lain dari peralatan listrik tersebut harus dibumikan. Konektor pembumian yang menghubungkan selungkup logam ke bumi untuk mencegah terjadinya kontak tegangan berbahaya terhadap bumi. Setiap sambungan pembumian yang kuat seperti pada peralatan memastikan bahwa tegangan referensi ke pembumian selalu nol.

3.2 Kesalahan jaringan terbuka

Sebuah kesalahan bilamana jaringan terbuka terjadi ketika hantaran fase benar- benar atau bahkan sebagian mengalami gangguan. Penyebab kesalahan jaringan terbuka yaitu sambungan kabel yang tidak kuat atau penghantarnya tidak disambung. Kesalahan jaringan terbuka terjadi ketika sambungan kebeban menyebabkan nyala berkedip. Kesalahan jaringan terbuka bilamana pemutusan tidak benar-benar terbuka (koneksi yang buruk) sehingga dapat menyebabkan timbulnya panas dan sambaran busur api. Rangkaian terbuka dalam sistem kerja tiga fase dapat menyebabkan motor berjalan hanya pada dua fase sehingga menyebabkan motor panas dan sebagian fasenya overload.

Kesalahan hubung pendek

Kesalahan terjadi karena hubungan pendek dua penghantar fase yang berbeda terhubung atau kontak menjadi satu, hubung pendek antara hantaran fase dengan hantaran netral atau dengan hantaran pentanahan. Hal ini dapat



disebabkan oleh hilangnya isolasi ganda, kesalahan manusia atau pada situasi lain yang tidak normal. Sejumlah arus listrik yang besar timbul akibat hubung singkat dan sering disertai dengan ledakan .

3.3 Signifikansi kesalahan pembumian

Jika gangguan pembumian tunggal terjadi antara hantaran fase dari jaringan distribusi dengan sistem pembumiannya, maka akan terjadi hubung singkat dan arus akan mengalir melewati jalur ke generator via lambung kapal. Arus yang ditimbulkan besar dan akan menyebabkan perangkat pemutus hantaran (sekring atau pemutus sirkit) akan operasi sehingga rangkaian akan terbuka. Sehingga peralatan listrik segera terisolasi dari sumber tegangan dan rangkaian menjadi aman. Namun demikian, kehilangan sumber tegangan listrik dapat menciptakan situasi berbahaya, khususnya pada peralatan yang dikategorikan esensial, misalnya pada steering gear (panel pengendali). Kesalahan arus dalam jumlah besar dapat mencetuskan kerusakan dilokasi gangguan. Secara kontras gangguan tunggal pembumian yang terjadi pada satu jalur jaringan dari sistem distribusi yang terisolasi tidak akan menyebabkan beberapa pemutus jaringan beroperasi atau trip oleh karena itu sistem akan terus berfungsi secara normal. Hal ini adalah penting: peralatan terus beroperasi dengan gangguan tunggal pembumian karena tidak menyebabkan rangkaian tertutup dengan demikian tidak ada gangguan aliran arus.

Yang lebih penting lagi adalah bahwa jika gangguan pembumian kedua terjadi pada jaringan lain dari sistem yang sudah terisolasi, dua kesalahan yang berlangsung bersama-sama akan setara dengan kesalahan jaringan hubung pendek (melalui lambung kapal) dan menyebabkan aliran arus besar sehingga akan mengoperasikan alat pengaman dan menyebabkan terputusnya jaringan pelayanan dan dapat menciptakan resiko bagi



keselamatan kapal.

Sebuah sistem jaringan distribusi yang terisolasi dipersyaratkan dua kesalahan pembumian di dua jalur yang berbeda agar dapat menyebabkan aliran arus akibat gangguan pembumian tersebut. Sebaliknya, sistem distribusi pembumian hanya mensyaratkan satu gangguan pembumian untuk menimbulkan aliran arus gangguan bumi. Sebuah sistem isolasi adalah lebih efektif daripada sistem pembumian bila ditinjau dari keberlangsungan pemeliharaan sebuah pasokan listrik, inilah esensi penting layanan. Hal ini telah banyak diadopsi untuk mayoritas sistem kelistrikan kapal laut.

Catatan : Sakelar dua kutub dengan sekering pada kedua salurannya diperlukan untuk sebuah rangkaian isolasi jaringan satu fase.

3.4 Keandalan sistem tenaga listrik

Keandalan sistem tenaga listrik diperoleh melalui berbagai bagian kecil dari sistem distribusi dan sistem penyediaan beberapa sumber daya darurat, jaringan sub-seksi, pilihan sistem pembumian dan selektivitas pengaman jaringan.

3.5 Sistem bagian distribusi dan penyediaan beberapa sumber daya

Penyediaan beberapa trafo dan cadangannya dapat melindungi pelanggan terhadap peningkatan masalah yang selalu mengganggu. Sebuah contoh, sistem komputer adalah sensitif terhadap gangguan harmonik .

3.6 Sistem tenaga darurat

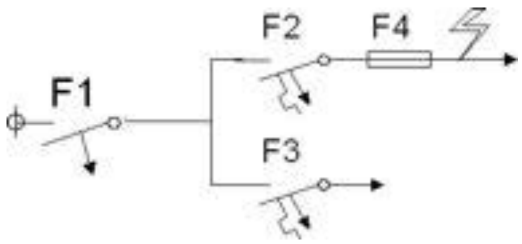
Dua pembangkit listrik tegangan tinggi ke tegangan rendah yang tidak saling tergantung satu dengan lainnya, pembangkit listrik darurat, UPS, pencahayaan darurat harus ditempatkan didaerah terlindung , sehingga memungkinkan dan memudahkan untuk difungsikan dalam keadaan darurat dan atau gangguan atau kecelakaan.

3.7 Pencabangan jaringan

Peralatan penting dapat disambung dengan daya listrik melalui saluran MDB atau panel darurat. Dengan cara ini gangguan kesalahan tidak akan mempengaruhi rangkaian sekunder sebabagai prioritas utama. Sebuah rangkaian cabang dibutuhkan sebuah aturan atau tatacara pemanfaatan dan sekurang-kurangnya menyediakan dua sumber daya untuk memasok listrik pada semua peralatan.

3.8 Selektivitas

Jika gangguan atau kesalahan terjadi pada titik jaringan distribusi listrik, adalah penting, bahwa kejadian tersebut tidak boleh mengganggu layanan lain. Ketentuan ini jelas mengarah pada perlu adanya tindakan cepat mengisolasi bagian gangguan atau rusak tanpa mengganggu kontinuitas rangkaian lain, inilah sebenarnya prinsip selektivitas rangkaian. Pemutus sirkit atau pengaman lebur yang fungsi utamanya untuk melindungi atau mengamankan jaringan, maka hanya pengaman terdekat (diatasnya) titik gangguan yang harus putus. Gambar 1.3 ditunjukan, bila terjadi gangguan seperti pada tanda blitz, maka hanya pengaman F4 saja yang harus putus. Jika F2 atau F1 ternyata juga terganggu atau trip maka rangkaian pengaman ini tidak memenuhi persyaratan selektivitas, tidak diijinkan.



Gambar 6.3.: Selektivitas pengaman

3.9 Selektivitas arus lebih

Pemutusan dikategorikan selektiv yaitu apabila pemutusan jaringan oleh pengaman, maka diperlukan pengaman yang dapat cepat memutuskan atau mengisolasi rangkaian tetapi hanya satu pengaman saja yang harus bereaksi cepat. Selektivitas ini berdasar pada kenyataan bahwa arus hubung pendek kapasitasnya (busur api yang ditimbulkan) akan semakin menurun seiring dengan jarak yang bertambah semakin jauh dari sumber listrik (power station). Ini hanya berlaku terutama untuk tegangan rendah (> 50V-<100V) di mana impedansi rangkaiannya tidak dapat diabaikan.

3.10 Selektivitas Tunda Waktu

Selektivitas tunda waktu tripping pemutus jaringan akan melengkapi selektivitas jaringan secara total. Artinya, pemutus jaringan (MCB, NFB, MCCB dan lainnya) apabila posisinya semakin dekat dengan power station

maka tunda waktunya durasi semakin lama. Sebaliknya, semakin dekat dengan beban listrik semakin pendek durasi tunda waktunya.

Ketika telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini, periksalah jawaban dibagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar.

1. Distribusi listrik pada kapal harus mampu melayani semua beban yang terpasang pada, oleh karena itu penyediaan sumber harus ….
    a. Tegangan a.c.
    b. Tegangan d.c.
    c. Tegangan tinggi
    d. Tegangan rendah
    e. Terdiri dari beberapa pembangkit termasuk cadangan.
2. Tegangan kerja yang dipakai untuk lampu di kapal laut adalah ….
    a. 11 kV
    b. 400 kV
    c. 220 V
    d. 24 Vdc
    e. 12 Vdc.
3. Yang dimaksud dengan sistem pengaman isolasi pada kapal ….
    a. Menyambung hantaran bumi
    b. Memasang pengaman
    c. Memberi isolasi pada hantaran fase
    d. Memutus hantaran pengaman



e. Memutuskan semua penghantar sumber pada beban saat diisolasi

4. Kesalahan jaringan akibat adanya terminal yang aus atau terminal sambung yang rusak ….
   a. Kesalahan listrik
   b. Kesalahan pembumian
   c. Kesalahan jaringan terbuka
   d. Kesalahan hubung pendek
   e. Signifikansi kesalahan.
5. Yang dimaksud selektivitas pengaman adalah ….
   a. Pengaman yang paling dekat dengan lokasi hubung singkat saja yang harus putus.
   b. Pengaman dapan berfungsi dengan baik
   c. Pengaman akan trip kalau terjadi arus bocor
   d. Pengaman pusat harus dapat putus
   e. Pengaman dibawahnya yang harus putus.

Tugas:

1. Carilah disekitarmu apakah ada kotak hubung bagi listrik.
2. Sumber tegangannya dari manakah PHB tersebut?.
3. Kalau ada gangguan listrik pada bagian itu, komponen manakah pada bagian PHB tersebut yang bekerja ?

Pembelajaran 3

Distribusi listrik kapal

Kegiatan 7.

Beban dan sistem pengendalian

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Mesin pembangkit
2) Mesin penggerak
3) Sistem starter

Ikhtisar

Tegangan rendah atau tegangan ekstra rendah digunakan untuk menyalakan instalasi , (a) sebagai satu-satunya pasokan , atau (b) sebagai cadangan jika terjadi kegagalan pasokan , atau (c) untuk digunakan secara paralel dengan suplai. Sistem mandiri, beroperasi pada tegangan ekstra rendah , yang meliputi sumber energi (biasanya baterai) serta beban khusus yang tidak tercakup (beban elektronik) .



Set pembangkitkan untuk tujuan ini , tidak hanya mencakup mesin yang berputar yang sumbernya mesin bakar, turbin dan motor listrik , tetapi juga sel-sel photovoltaic (yang mengubah energi dari cahaya menjadi listrik) dan akumulator elektrokimia atau baterai. Pengaman sirkit yang disuplai dari generator harus lebih efektif daripada yang diberikan. Vareasi tegangan dan frekuensi jauh lebih mungkin dibandingkan dengan generator dengan pasokan listrik , dan harus dipastikan bahwa pembangkit tidak menyebabkan bahaya atau kerusakan peralatan .

Perlindungan terhadap orang dan peralatan harus setidaknya sama efektif dalam kasus pasokan instalasi permanen atau kadang-kadang oleh set pembangkit sebagai pasokan instalasi listrik. Persyaratan khusus yang mengikat berlaku apabila menggunakan invertors statis. Sebuah invertor statis adalah sistem elektronik yang menghasilkan tegangan ac, frekuensi dan bentuk gelombang dengan sumber masukan dc (sering dari baterai) . Ketika dua atau lebih genset beroperasi secara paralel , adalah suatu kemungkinan beredar arus harmonik. Arus tersebut pada frekuensi besarnya kelipatan dari frekuensi pasokan normal, dan mungkin akan mengakibatkan overloading dari kabel penghubung kecuali langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi atau menghapusnya. Ketika tidak dimaksudkan untuk menjalankan secara paralel dengan pasokan listrik , misalnya ketika digunakan sebagai sistem siaga . interlock dan switching harus disediakan untuk memastikan bahwa operasi paralel tidak mungkin .

Ketika genset dimaksudkan sebagai sistem cadangan untuk digunakan jika pasokan listrik dalam hal kegagalan , tindakan pencegahan harus diambil untuk memastikan bahwa generator tidak dapat beroperasi secara paralel dengan listrik. Metode mencakup interlock antara sistem operasi dari switch changeover (sakelar pilih) .

Dimana generator dimaksudkan untuk beroperasi secara paralel dengan pasokan listrik, maka harus dipastikan bahwa generator kompatibel dalam segala hal (termasuk faktor daya , perubahan tegangan , distorsi harmonik , unbalance , starting , sinkronisasi dan fluktuasi tegangan) dengan pasokan listrik . Dalam hal salah satu parameter di atas menjadi tidak sesuai dengan pasokan listrik, genset harus otomatis terputus . Pemutusan tersebut juga harus terjadi jika tegangan atau frekuensi liar di luar batas perlindungan . Dimungkinkan untuk mengisolasi generator dari beban listrik , dan itu berarti isolasi harus selalu dapat diakses.

1. Generator

Untuk penggunaan kapal laut generator yang dipasang adalah dengan mesin sinkron. Mesin sinkron ini sangat cocok dengan arus searah. Secara umum, tapi sangat sedikit generators yang rotornya sebagai penguat dari generator. Arus searah dapat dipasok pada rotor dari penguat eksternal melalui cincin slip (sikat eksitasi) atau melalui generator AC kecil dengan penyearah pada poros rotor. Sebuah regulator tegangan otomatis (AVR) mengontrol arus yang masuk. AVR membuat generator tegangan dalam nilai yang ditetapkan, terlepas dari perubahan beban, suhu dan frekuensi .

2. Motor listrik

Saat ini motor listrik yang paling banyak digunakan pada aplikasi kapal laut adalah motor asinkron 3 fase, dengan mesin rotor sangkar.

3. Perangkat starter

Sebuah perangkat starter adalah istilah umum sebuah peralatan pengendalian motor yang disambung pada catu daya utama. Perangkat starter dapat juga berfungsi untuk membatasi arus awal yang masuk ke beban sesuai dengan nilai yang diijinkan. Besaran arus yang diijinkan adalah satu batas dimana motor atau beban listrik lain pada satu sumber listrik satu jalur tidak boleh terganggu saat motor distarter. Batasan arus starter motor akan juga membatasi torsi motor listrik. Hal demikian juga dibutuhkan untuk melindungi gear box atau perangkat mekanik lainnya.



Gambar 7.1.: Asinkron motor

Starter Direct-on-line, DoL

Cara termudah dan termurah untuk memulai sebuah beban listrik yaitu dengan sambungan direct-on-line. Waktu memulai minimal, torsi awal yang muncul akan maksimal demikian pula dengan tegangan jatuh (voltagedrop) maka awal start akan maksimal. Secara umum, generator mampu mengatasi kelebihan beban mendadak hingga 50 persen dari daya semu kVA. Akibatnya tegangan jatuh pada terminal generator berkurang 15 persen. Hal ini diikuti tegangan jatuh sebesar 5 persen pada jaringan distribusinya, untuk menjaga agar tegangan jatuh tetap di bawah harga maksimum yang diizinkan yaitu 20 persen sesaat beban terbesar distarter. Tegangan jatuh sebagian besar dipengaruhi oleh kemampuan generator dan AVR (automatic voltage regulator) sebagai faktor daya dari motor saat distarter hampir selalu kurang dari 0,4 tegangan nominal.

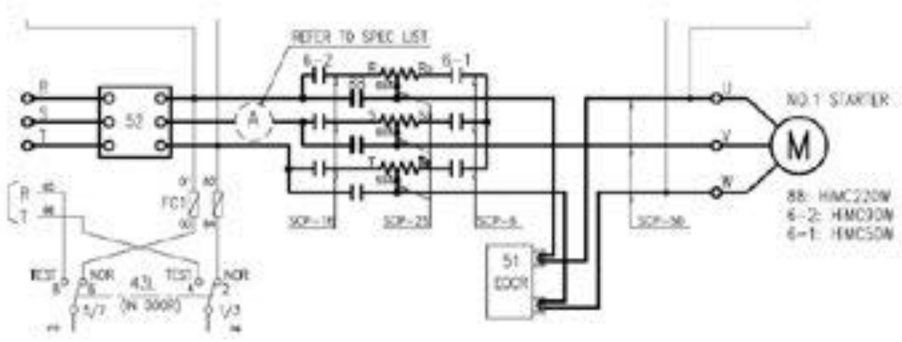


Gambar 7.2.: Generator Control tipe ALSPA P320Â® AVR

Sebuah mesin diesel harus mampu mengatasi peningkatan beban 20 persen atau lebih tanpa frekuensi menukik turun lebih dari 10 persen, selanjutnya harus dipulihkan dalam waktu 15 detik. Pada common rail yang modern dengan tekanan injeksi elektronik konstan mesin diesel juga mempunyai beberapa kesulitan dalam penanganan perubahan beban tersebut.

Starter dengan pengasutan tegangan

Dalam beberapa aplikasi motor tidak boleh langsung dihubung pada sumber listrik karena akan menimbulkan arus awal tinggi 5-7 kali arus nominal motor. Dalam kasus ini kita harus mengurangi tegangan dengan menghubungkan resistor (atau reaktor) secara seri dengan jaringan atau dengan menggunakan sebuah autotransformer. Dalam mengurangi tegangan kita harus ingat sebagai berikut :



Gambar 7.3.: Starter auto trafo

• Arus rotor akan sebanding dengan tegangan : penurunan tegangan yaitu setengah dari setengah arusnya.

• Torsi rotor sebanding dengan kuadrat tegangan: penurunan tegangan oleh setengah tegangan dengan faktor keempat .

Pengasutan dengan resistansi awal

Starter dengan resistansi awal terdiri dari tiga resistor dirangkai secara seri dengan motor sewaktu dilakukan start-up. Saat memilih resistor diperhitungkan tegangan rotor pada stator adalah 65 persen dari total tegangan. Akibatnya, arus rotor juga menjadi 65 persen dari nominal dan torsi rotor terkunci pada 0,65 dari torsi beban penuh. Ini berarti bahwa motor harus diasut, dimulai dengan beban yang sangat ringan. Saat pengasutan berjalan, ketika motor mencapai torsi maksimum akibat dari pengurangan tegangan oleh adanya pengasutan dengan resistor, akhirnya rangkaian terjadi hubung pendek (tanpa beban asutan) dan arus kejut yang timbul senilai arus nominal motor sehingga diperoleh torsi maksimum.

Pengasutan dengan autotrafo

Dibandingkan dengan pengasutan dengan resistansi, keuntungan pengasutan autotrafo adalah bahwa untuk torsi diberikan itu sama sedangkan arusnya jauh lebih rendah. Kerugiannya adalah bahwa autotrafo biaya lebih besar, dan transisi pengurangan tegangan hingga tegangan penuh tidak cukup halus. Autotrafo biasanya memiliki langkah saat mengasut tegangan mulai dari 0,8; 0,65, dan 0,5 kali nominal. Dan torsi awalnya adalah masing-masing 0,64; 0,42 dan 0,25 dari tegangan penuh torsi awal. Selanjutnya arus pada rangkaian mulai juga berkurang menjadi 0,64; 0,42 dan 0,25 dari tegangan penuh rotor.

Pengasutan Star- delta



Pengasutan star- delta juga merupakan cara pengasutan tegangan awal. Star-delta adalah metode yang banyak digunakan dilapangan, karena efektif biaya, terbukti menggunakan teknologi dan tersedia secara luas. Metode pengasutan ini memberikan hasil yang sama sebagaimana pengasutan dengan autotrafo yaitu 58 persen . Alasannya adalah bahwa √ 1 tegangan setiap berliku

bintang yang terhubung hanya = 0,58 dari tertakarnya 3 nilai .

• saat awal arus berkurang menjadi 58 persen

• torsi awal akan berkurang menjadi 0,58 hingga 0,33 atau hanya 33 persen.

Gambar 7.4.: Pengasutan Y - Δ

Fakta bahwa generator kapal laut *mampu menerima kenaikan beban besar dan pengurangan torsi besar saat pengasutan.* Kemungkinan alasan inilah bahwa pengasutan bintang - delta hampir tidak pernah digunakan pada lingkungan kapal laut.

Pengasutan choke tegangan tinggi

Cara lain untuk membatasi pengasutan motor saat ini adalah dengan reaktor seri. Jika inti udara digunakan untuk reaktor seri maka sangat efisien dan pengasutan secara lembut dapat diandalkan bahkan dapat dirancang karena cocok untuk semua jenis motor induksi 3 fase baik sinkron atau asinkron mulai dari 25 kW, 415 V sampai 30 MW, 11kV. Melalui pengasutan secara lembut inti udara reaktor seri *air core series reactor* adalah praktek yang sangat umum untuk aplikasi seperti pompa, kompresor, kipas dan lainnya. Biasanya pengasutan dengan torsi awal tinggi tidak
digunakan pada methode ini.

Pengasutan halus elektronik



Gambar 7.5.:

Soft sart elektronik

Metode pengasutan secara halus dapat menggunakan perangkat solid state untuk mengontrol aliran arusnya dan karena itu, tegangan disambung langsung pada motor. Solid state dapat dihubungkan secara seri ke motor, atau dapat dihubungkan didalam rangkaian delta (Δ) pada motor sistem delta dengan tujuan mengendalikan tegangan pada masing-masing kumparan motornya. Pengasutan secara halus dapat mengontrol fase tunggal atau lebih pada aplikasi motor induksi dengan hasil yang dicapai terbaiknya yaitu pada kontrol motor tiga fase. Biasanya, tegangan dikendalikan oleh rectifier silikon sambungan paralel reverse (thyristor), tetapi dalam beberapa keadaan dengan kontrol tiga fase, elemen kontrol dapat menjadi reverse-paralel yang terhubung SCR dan dioda.

Sebuah soft starter mengontrol pasokan tegangan pada motor tiga fase selama masa start-up. Pada methode ini, motor disesuaikan dengan perilaku beban mesin. Kerja peralatan mekanis dipercepat dengan cara lembut. Kenyataannya, perilaku kerja dan arus kerja berpengaruh positif.

Ketika Anda telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini , memeriksa jawaban di bagian belakang buku ini . Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar.

1. Mesin pembangkit listrik yang dipakai di kapal ….
   a. Mesin sinkron
   b. Mesin asinkron

c. Mesin ac

d. Mesin dc

e. AVR

2. Hal penting pada pembebanan motor pada kapal yaitu cara starting motornya, berikut starting motor yang tidak cocok pada kapal ….

   a. DoL

   b. Pengasutan tegangan

   c. Pengasutan resistansi

   d. Y – Δ

   e. Pengasutan elektronik

3. Pengasutan motor yang mempunyai sistem operasi dengan autotrafo ….

   a. DoL

   b. Pengasutan tegangan

   c. Pengasutan resistansi

   d. Y – Δ

   e. Pengasutan elektronik

4. Sedangkan yang dimaksud dengan pengasutan halus adalah ….

   a. DoL

   b. Pengasutan tegangan

   c. Pengasutan resistansi

   d. Y – Δ

   e. Pengasutan elektronik

5. Sumber pembangkit listrik kapal yang disediakan lebih dari satu dengan tujuan ….

   a. Untuk parallel dengan lainnya

   b. Sebagai cadangan

   c. Sebagai pengganti jika utama rusak

   d. Memenuhi aturan persyaratan kapal

   e. Supaya energinya cukup

Tugas:

1. **Amatilah genset atau diesel yang ada, bagaian manakah yang akan menghasilkan atau membangkitkan listrik.**

2. **Amati, bagaimanakah caranya menghidupkan mesin frais, bubut atau mesin gerinda?**

3. **Tulislah urutan komponen atau bagian komponen yang harus dioperasikan.**

Pembelajaran 3

Distribusi listrik kapal

Kegiatan 8.

Penerangan dan perlindungan katodik

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Penerangan lampu
2) Penerangan darurat
3) Fungsi katode pada lambung kapal
4) Gangguan elektrode

Pendahuluan

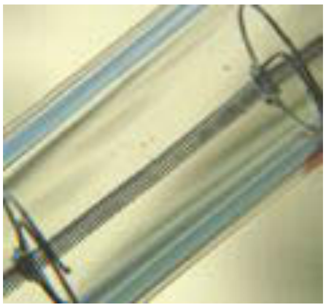


1. Pencahayaan lampu

1.1 Pencahayaan lampu pijar

Gambar 8.1.: Lampu pijar

Selama ini lampu pijar adalah lampu yang paling umum digunakan sebagai pencahayaan. Pada panel kapal masih digunakan untuk aplikasi tertentu misalnya lampu navigasi, lampu indikator, penerangan darurat dioperasikan dengan baterai. Sebuah filamen jenis sederhana ditunjukkan pada gambar berikut, arus mengalir melalui kawat filamen tungsten (wolfram) yang mana menimbulkan suhu 3000^0 C. Pada saat ini kawat akan berpijar dan bersinar.



Gambar 8.2.: Lampu Tungsten- halogen

Kaca bohlam diisi gas tekanan rendah seperti argon atau nitrogen yang mana membantu mencegah filamen terjadi penguapan. Banyak variasi filamen lampu dibuat, dengan harapan dapat memperpanjang umur lampu. Sebuah variasi populer dari lampu pijar adalah lampu tungsten –halogen. Lampu ini diisi gas atau tabungnya juga termasuk diisi uap halogen seperti sodium atau bromin. Ketika filamen dipanaskan, partikel tungsten diuapkan bergabung dengan uap halogen untuk membentuk halida tungsten. Pada suhu filamen tinggi uap tungsten reformasi pada filament. Proses ini terus berulang menciptakan regeneratif berulang-ulang beraksi membersihan diri permukaan bagian dalam dari tabung gelas atau bul. Lampu tungsten – halogen linear harus digunakan dalam posisi horisontal sebaliknya uap halogen akan memusat pada ujung-ujung tabung yang cepat menghitam dan mengurangi umur lampu.

\

Lampu Discharge

Lampu fluoresen tekanan rendah

Sebuah lampu fluoresen atau lampu tabung TL adalah lampu gas discharge yang menggunakan untuk merangsang uap merkuri. Atom-atom merkuri memicu menghasilkan gelombang pendek sinar ultraviolet yang kemudian menyebabkan fosfor berpendar berpendar , menghasilkan cahaya tampak. Sebuah tabung lampu diisi dengan gas yang mengandung uap merkuri tekanan rendah dan argon, xenon, neon atau kripton. Tekanan di dalam lampu sekitar 0,3 persen dari tekanan atmosfer. Permukaan dalam bohlam dilapisi dengan neon (dan sering sedikit berpendar) lapisan terbuat dari berbagai campuran logam dan tanah garam yang mengandung fosfor. Katoda bohlam (filamen) biasanya terbuat dari tungsten yang digulung dilapisi dengan campuran barium , strontium dan kalsium oksida (dipilih untuk memperkaya termionik sehingga suhu emisi relatif rendah) .



Gambar 8.3: Lampu pendar mercuri tekanan rendah

Lampu fluoresen adalah perangkat resistansi diferensial negatif, sehingga arus semakin banyak mengalir melaluinya, resistansi listrik pada lampu menurun, sehingga arus lebih lancar mengalir. Dengan terhubung langsung pada tegangan konstan catu daya listrik, lampu fluoresen akan cepat merusak diri sendiri karena arus tidak terkendali. Untuk mencegah hal ini, lampu fluoresen harus menggunakan perangkat tambahan yaitu ballast, fungsinya untuk mengatur aliran arus pada tabung. Ballast sederhana untuk tegangan a.c. dirangkai

kumparan seri atau choke yang terdiri dari kumparan dilaminasi inti magnetik. Induktansi kumparan mebatasi arus yang akan mengalir. Ballast kapasitasnya seukuran dengan lampu dan power factor. Dimana tegangan utama tidak cukup untuk starting lampu sepanjang tabung, ballast sering merupakan autotrafo penaik tegangan dengan adanya kebocoran induktansi (sehingga aliran arus terbatas). Salah satu bentuk induktif induktif dimungkinkan juga kapasitor sebagai koreksi faktor daya. Lampu fluoresen dapat dijalankan langsung dengan tegangan d.c. yang cukup untuk memicu sebuah busur. Ballast harus berupa resistif, sehingga akan mengkonsumsi daya sebesar lampu.



Gambar 8.4.: Filamen lampu pendar

Untuk menghadapi fluoresen, isian gas harus terionisasi oleh tegangan diantara katoda yang sedikit lebih tinggi daripada yang dibutuhkan untuk mempertahankan kestabilan pelepasan elektron. Dua metode yang umum digunakan untuk penyalaan tabung :

Pemanasan awal.

Penyalaan sinar otomatis terdiri dari sebuah tabung dengan pelepasan gas rendah, kandungannya adalah neon dan atau argon dilengkapi dengan elektroda dwilogam. Khusus elektroda dwilogam adalah kunci mekanisme penyalaan otomatis.



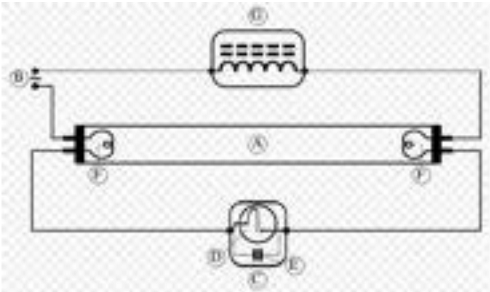
Gambar 8.5.: Ballast

Ketika penyalaan lampu, loncatan cahaya akan muncul pada elektroda starter. Pelepasan cahaya ini akan memanaskan gas pada starter dan menyebabkan elektroda dwilogam bengkok menuju elektroda lainnya. Ketika terjadi sentuhan antar elektroda, dua filamen lampu dan ballast efektif akan menghubungkan seri dengan tegangan suplai. Hal ini menyebabkan filamen menyala dan memancarkan elektron ke dalam kolom gas dengan emisi termioniksion. Pada tabung starter, sentuhan elektroda telah berhenti melepaskan cahaya, gas kembali dingin. Elektroda dwilogam juga mendingin dan penyalaan mulai bergerak kembali. Ketika elektroda saling melepas, tegangan kejut (karena induksi) ballast akan memproduksi tegangan tinggi untuk memantik tabung lampunya. Penyala tambahan memiliki rangkaian kapasitor yang dipasang secara paralel terhadap tabung lampunya, dengan harapan dapat memperpanjang umur lampu.



Gambar 8.6.: Starter pemanasan awal

Setelah tabung terkena kejutan tegangan, loncatan elektron akan menyebabkan katode menjadi panas, sehingga memungkinkan emisi terus-menerus tanpa perlu dipicu penyalaan lagi. Elektrode pada starter tidak akan bengkok lagi sebab tegangan kedua katodenya akan menurunkan resistansi pada starter dan ballast.



Gambar 8.7.: Rangkaian starter pemanasan awal

Cahaya yang lepas pada starter tidak akan terjadi pada saat tegangan rendah sehingga tidak akan hangat dan sehingga akan menutup starter. Pelepasan starter yang handal pada sistem ini, dapat mendorong siklus penyalaan starter akan berulang atau beberapa kali sebelum tabung menyala normal. Namun demikian akan menyebabkan berkedipnya starter dan tidak diinginkan. Dengan starter otomatis seperti glowstarters, jika penyalaan tabung gagal maka siklus tanpa henti, berkedip, lampu dengan cepat melepaskan emisi karena tidak mampu untuk menjaga arus lampu yang tingginya cukup untuk menjaga tebukanya cahaya pada starter. Hal ini menyebabkan stater berkedip-kedip, dan kerja ballast di atas suhu normal. Jangan mencoba mengulangi penyalaan yang seperti ini hingga berulang-ulang.

Rapid starter

Ballast penyala cepat terbaru tersedia filamen kumparan daya dalam ballast, ini cepat dan terus menerus menghangatkan filamen atau katoda menggunakan tegangan rendah a.c. Tegangan tidak menginduksi tegangan kejut pada saat penyalaan, sehingga lampu harus dipasang mendekat reflektor yang disambung hantaran pentanahan untuk memungkinkan penyebaran cahaya melalui tabung dan memulai pelepasar cahaya. Pada beberapa lampu, bantuan penyalaan menggunakan jalur logam pentanahan yang melekat pada luar kaca lampu.

Ballast frekuensi tinggi

Sejak diperkenalkan pada 1990-an, ballast frekuensi tinggi telah digunakan dengan baik penyalaannya cepat dengan pemanasan awal lampu. Ballast ini mengkonversi masukan daya dengan frekuensi output lebih dari 20 kHz. Hal ini akan eningkatkan efisiensi lampu. Digunakan pada beberapa aplikasi, termasuk generasi baru sistem penyalaan lampu, dimana lampu 100 watt bisa menyala menggunakan 65 sampai 70 watt daya yang sebenarnya, sementara lumens yang dihasilkan sama dengan ballast magnetik. Ballast beroperasi pada tegangan hampir 600 volt, dibutuhkan beberapa pertimbangan dalam desain untuk perumahan, dan dapat menyebabkan keterbatasan sepanjang hantaran mulai dari ballast sampai ke ujung akhir.

Lampu disinfeksi

Lampu tabung merkuri juga digunakan sebagai desinfektan perangkat untuk air minum dan sanitasi air.



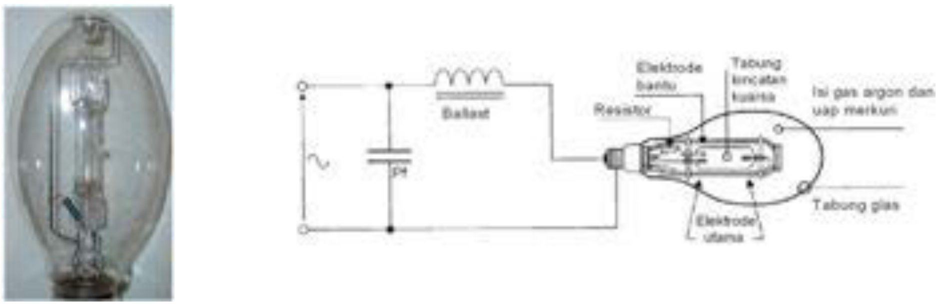
Gambar 8.8.:

Lampu pembasmi kuman

Ini disebut lampu kuman menghasilkan sinar ultraviolet yang dapat membunuh kuman. Bentuk yang paling umum dari kuman lampu terlihat mirip dengan lampu fluoresen biasa tetapi tabung berisi fluoresen fosfor. Selain itu bahan terbuat, dari borosilikat kaca biasa, tabung terbuat dari serbuk kuarsa. Kedua bentuk ini jika dikombinasikan akan menghasilkan sinar ultraviolet 253,7 nm dihasilkan oleh busur merkuri untuk disebarkan dari lampu yang telah dimodifikasi (sedangkan, di lampu fluoresen

secara umum akan mengakibatkan fosfor berpendar, sehingga menghasilkan cahaya terang). Lampu kuman masih memproduksi sejumlah kecil, cahaya tampak karena radiasi merkuri pita lainnya. Jika melihat langsung ke salah satu lampu ini mata dapat terbakar hanya dalam hitungan detik, mirip dengan las busur. Akhirnya kita hanya akan menyaksikan luka bakar pada beberapa jam setelahnya.

Lampu merkuri



Gambar 8.9.: Lampu pendar merkuri tekanan tinggi dan rangkaiannya

Pada board kapal sering digunakan lampu penerangan (pendar merkuri) sepanjang operasi kargo dan juga iluminasi utama pada ruang engineering. Lampu uap merkuri sering digunakan karena memiliki spektrum warna yang lebih baik dari pada lampu yang berbasis sodium. Sebuah lampu uap merkuri adalah lampu loncatan gas yang kaya cahaya dan melimpah. Loncatan busur cahaya umumnya terbatas didalam tabung gelas didalamnya dibuat dari bahan borosilikat kaca. Bagian luar bohlam mungkin bening atau berlapis phos -Phor , pada kejadian lain lapisan luar tabung disediakan sebagai isolasi panas, pelindung radiasi ultraviolet dan kedua kasus , bola luar memberikan isolasi termal , perlindungan dari radiasi ultraviolet, dan nyaman pemasangan untuk dicampurkan kuarsa tabung busur.



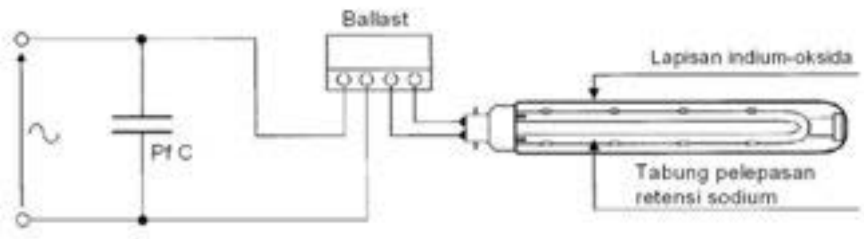
The lampu uap merkuri adalah perangkat resistensi negatif dan membutuhkan Auxil -komponen iary (misalnya , pemberat) untuk mencegah dari mengambil berlebihansaat ini . Komponen tambahan secara substansial mirip dengan ballastdigunakan dengan lampu neon .Juga seperti lampu neon , lampu uap merkuri biasanya membutuhkan starteryang sering terkandung dalam uap merkuri lampu itu sendiri . Sepertiga pemilutrode dipasang dekat salah satu elektroda utama dan terhubung melaluiresistor ke elektroda utama lainnya. Bila daya diterapkan , ada suffi -tegangan koefisien untuk menyerang busur antara elektroda awal dan berdekatanelektroda utama. Busur ini debit akhirnya menyediakan cukup terionisasi mer cury untuk menyerang busur antara elektroda utama. Kadang-kadang, termalswitch juga akan dipasang untuk pendek elektroda mulai berdekatan elektroda utama , benar-benar menekan busur dimulai setelah busur utama pemogokan.

Ketika lampu uap merkuri pertama kali dihidupkan , maka akan menghasilkan biru tua bersinar karena hanya sejumlah kecil merkuri terionisasi dan gastekanan dalam tabung busur sangat rendah , begitu banyak cahaya yang dihasilkan dalamband merkuri ultraviolet . Sebagai pemogokan busur utama dan gas memanas danpeningkatan tekanan , cahaya bergeser ke kisaran terlihat dan gas yang tinggi Tekanan menyebabkan band emisi merkuri untuk memperluas sedikit, produksi

ing cahaya yang muncul lebih putih dengan mata manusia, meskipun masihbukan spektrum kontinu . Bahkan pada intensitas penuh, cahaya dari merkurilampu uap dengan tidak ada fosfor yang jelas berwarna kebiruan . Tekanan dalamtabung gelas silika naik sekitar satu atmosfer setelah bohlam telah mencapai temperatur kerja . Jika debit harus interupted(misalnya dengan interuption dari pasokan listrik) , tidak mungkin untuk lampu untukrestrike sampai bohlam mendingin cukup bagi tekanan untuk jatuh jauh.Semua lampu uap merkuri (termasuk lampu halida logam) harus mengandung ciri-mendatang (atau dipasang di fixture yang berisi fitur) yang mencegah ultra-
radiasi violet dari melarikan diri . Biasanya, kaca borosilikat bola luarlampu melakukan fungsi ini, tetapi perawatan khusus harus diambil jika

lampudiinstal dalam situasi di mana amplop ini luar bisa menjadi rusak .Jika lampu dengan amplop luar rusak tidak diganti , orang yang terkenadengan cahaya matahari membakar risiko dan radang mata . Khusus " keamanan" lampudibuat yang sengaja akan terbakar jika kaca luar rusak . inibiasanya dicapai dengan menggunakan strip karbon tipis, yang akan membakar diadanya udara , untuk menghubungkan **satu dari elektroda** .

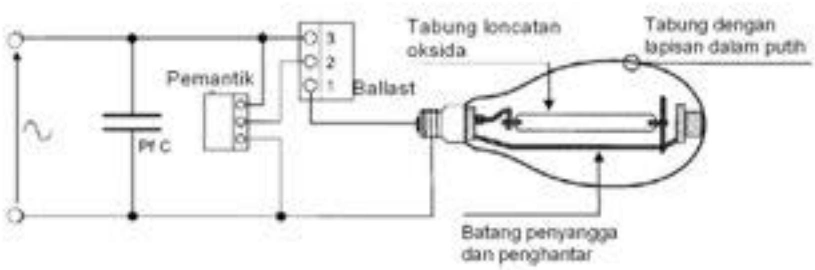
Lampu Sodium



Gambar 8.10.: Lampu SOX dan Rangkaiannya

Lampu sodium tekanan tinggi (HPS) mengandung unsur-unsur tambahan seperti merkuri, dan menghasilkan cahaya merah gelap ketika pertama menyala, dan merah muda atau cahaya orange ketika hangat. Beberapa lampu juga sempat menghasilkan diantaranya cahaya putih bening kebiruan. Ini mungkin akibat merkuri bersinar sebelum natrium benar-benar hangat . Warna benda di bawah lampu tersebut tidak bisa dibedakan . Lampu natrium tekanan tinggi yang cukup efisien sekitar 100 lm / w bila

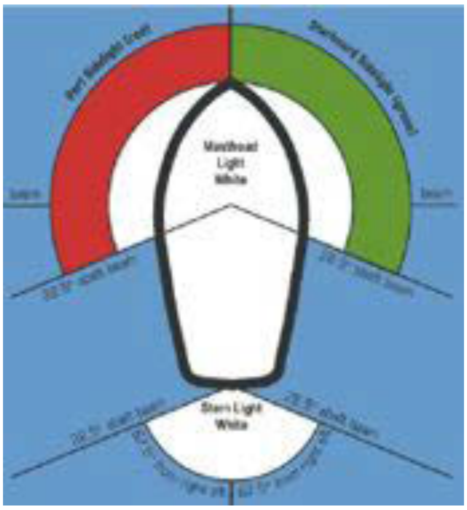
diukur untuk kondisi pencahayaan photopic. Mereka telah banyak digunakan untuk keluar pencahayaan pintu seperti lampu jalan dan lampu keamanan.



Gambar 8.11.: Lampu SON dan rangkaiannya

Akhir hidup Pada akhir kehidupan , lampu natrium tekanan tinggi menunjukkan fenomena yang dikenal sebagai bersepeda , yang disebabkan oleh hilangnya natrium dalam busur. Natrium adalah elemen yang sangat reaktif , dan mudah hilang oleh kombinasi denganunsur-unsur lain , dan migrasi melalui dinding tabung busur . Sebagai hasilnya, lampu dapat dimulai pada tegangan yang relatif rendah , tetapi karena mereka memanas selama operasi , tekanan gas internal dalam tabung busur naik dan lebih dan lebih tegangan diperlukan untuk menjaga debit busur .

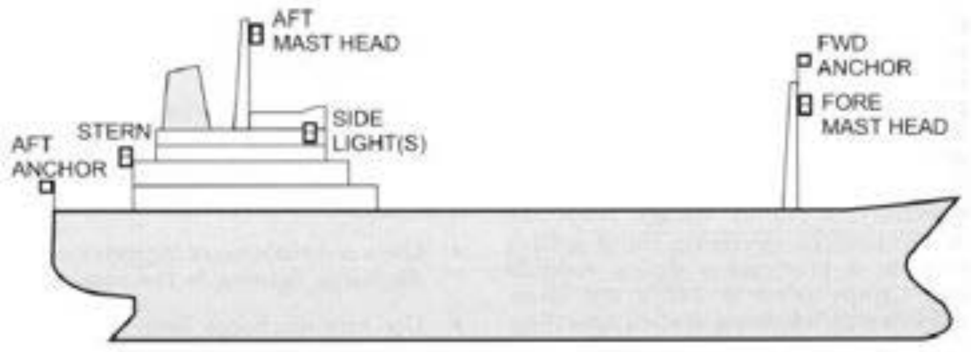
1.2 Navigasi dan Lampu Sinyal



Gambar 8.12.: Persyaratan penerangan navigator kapal

Sebagai lampu bertambah usia, yang mempertahankan tegangan untuk busur akhirnya naik melebihi maksimal tegangan output dengan ballast listrik . Seperti lampu memanaskan ke titik ini, busur gagal dan lampu padam . Akhirnya , dengan busur padam , yang lampu dingin lagi, tekanan gas dalam tabung busur berkurang , dan ballast dapat sekali lagi menyebabkan busur untuk menyerang . Efek dari ini adalah bahwa lampu bersinar untuk sementara dan kemudian pergi keluar , berulang kali. Lampu khusus navigasi telah dijelaskan oleh organisasi maritim internasional di peraturan mereka untuk mencegah Collisions di laut . Sejauh pengaturan yang paling umum adalah telah dirancang khusus navigation lampu berjalan yang disebut sebagai puncak menara tiang kapal, tiang utama, Port, dan papan bintang. Dua lampu jangkar dipasang depan dan belakang dengan dipasang sakelar panel navigasi untuk pencahayaan jembatan. Untuk kapal yang berjarak lebih lama dari 50 meter, lampu mast head harus terlihat dari berbagai sudut sejauh enam mil laut dan lampu navigasi lainnya dari tiga mil laut . Untuk mencapai visibilitas tersebut , lampu pijar Ament khusus digunakan dengan rating daya 65 W. Karena persyaratan keselamatan penting semua lampu navigasi memiliki dua fiting pada setiap posisi atau dua fiting lampu dengan dual fiting.

Setiap cahaya harus diberikan secara terpisah, menyatu , dipantau dan beralih dari lampu switchboard navigasi di jembatan .

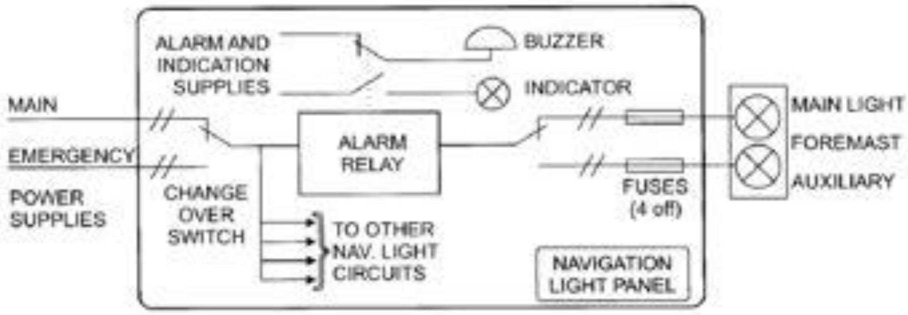


Gambar 8.13.: Aransemen penerangan navigator kapal

Pasokan 220 V utama adalah disediakan dari bagian layanan penting dari switchboard utama. Itu stand-by power supply diumpankan dari switchboard darurat . Pada panel cahaya Navigasi kita dapat beralih dari main untuk stand by

kekuasaan, kita memiliki lampu indikator untuk masing-masing lampu navigasi dan terdengar alarm dalam kasus kegagalan lampu . Sinyal mast atau xmas pohon memiliki combination berbagai lampu sinyal merah, hijau , warna biru dan putih . ini lampu dapat diaktifkan dalam pola-pola tertentu untuk sinyal negara yang berkaitan dengan peraturan inter nasional dan nasional . Persyaratan pemanduan , kesehatan , berbahaya kondisi kargo , dll, isyarat dengan lampu ini. Putih Morse Code lampu juga mungkin 个" ted pada tiang sinyal . The NUC (Tidak Under Command) negara ditandai menggunakan dua lampu merah serba vertikal dipasang pada minimal 2 meter.

Lampu penting seperti diberi makan dari baterai 24V daya darurat , tapi mungkin dua kali lipat oleh pasangan pada darurat 220V power supply .



Gambar 3.14.: Rangkaian penerangan navigator

2. Penerangan Darurat

Tergantung pada klasifikasi kapal, misalnya, tanker, roro, penumpang dll., dan tonase keselamatan jiwa di laut (SOLAS) konvensi telah mengatur persyaratan minimum untuk penerangan darurat sepanjang kapal. Kebanyakan fictures lampu darurat terus didukung oleh darurat switchboard 220V, fiting lampu darurat secara khusus diidentifikasi: sering dengan disc merah, bijih dasar lengkap dicat merah sebagai identitas fungsinya. Sebuah instalasi lampu darurat beberapa disediakan oleh kapal tegangan 24V baterai. Ruang utama mesin teampat telepon radio dalam ruang kemudi dan ruang pengendalian gear. Sebuah tren baru yang muncul untuk menempatkan baterai sebagai perlengkapan pencahayaan, di mana baterai mengambil alih segera setelah kegagalan pasokan listrik. Lampu darurat pada stasiun perahu dinyalakan hanya saat dibutuhkan. Biasanya disana tersedia baterai yang didiakan sebagai pasokan hanya untuk waktu terbatas yang tergantung pada peraturan.

3. Pengaman katodik pada kapal.

Sejarah .

Perlindungan katodik berhasil diterapkan sebelum ilmu kimia listrik dikembangkan. Hal ini khusus untuk industri-industri pengiriman untuk dicatat

bahwa perusahaan Humprey Davey pertama kali menggunakan proteksi katodik pada kapal Navale Inggris pada tahun 1824.

Peristiwa kimia listrik sederhana, misalnya dasar dari korosi secara umum :

- evolusi Hidrogen
- pengurangan Oksigen

  2H + 2e - → H2
- pengurangan ion logam

  M e - → M
- deposisi Logam

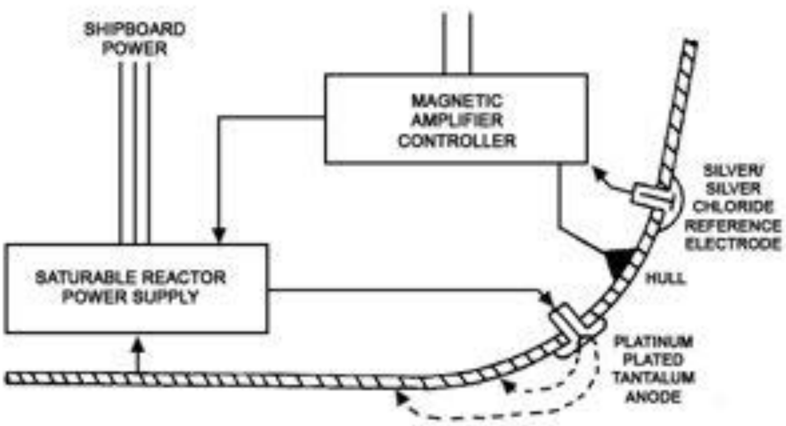
  M e - → M +

  2H + 2e - → H2
- Pengurangan Oksigen

  - O2 + 2H + O2 4e - → 4OH
- Pengurangan ion logam

  3 + 2 + M + e - → M
- deposisi Logam

  + M + e - → M



Gambar 8.15.: Diagram pemasangan anode pada lambung

Reduksi ion logam dan deposisi logam merupakan reaksi tidak umum . semua dari reaksi di atas memiliki satu kesamaan yaitu menggunakan elektron. Selain itu, reaksi ini sebagian besar dapat digunakan untuk analisis sebagian besar masalah korosi.

Pertimbangan apa ketika terjadi besi terendam dalam air laut yang terkena atmosfer korosi akan terjadi. Reaksi anodiknya adalah :

2 +

F e - → F e + 2e

Karena air laut yang terkena atmosfer mengandung oksigen dan hampir netral, dimana reaksi katodiknya adalah : -

O2 + 2H + O2 4e - → 4OH

Mengingat bahwa ion natrium dan klorida tidak perticipate dalam reaksi, reaksi keseluruhan diperoleh dengan penjumlahan:

2

2F e + 2H + O2 O2 - → 2F e + 4OH - → 2F e (OH) 2 ↓

Dalam hidroksida besi lingkungan beroksigen yang mengendap dari pemecahan tidak stabil dan selanjutnya mengoksidasi dengan garam feritik:

1

$2Fe(OH)_2 + 2HO_2 + 2O_2 - \rightarrow 2Fe(OH)_3$ 2

Produk akhir ini dikenal sebagai korosi.

3.2 Masalah korosi Galvanic:

Setiap kali perahu bersandar dipelabuhan, lambung dan sistem penggerak terhubung ke sistem grounding pantai dan kapal yang berdekatan lainnya (juga terhubung ke daya pantai) melalui konduktor grounding pada kabel daya. Selama bersandar terjadi koneksi sehingga diperlukan untuk keamanan, menimbulkan sel korosi galvanik yang melibatkan logam berbeda antar kapal serta antara kapal dengan sistem grounding pantai , seperti yang ditunjukkan pada diagram berikut.



Gambar 8.16.: Reaksi Anoda dan katoda

Empat bagian tersebut adalah:

1) Anoda - permukaan logam yang memberikan ion logam (corrodes).

2) Elektrolit - media yang menyalurkan arus ion antara anoda dan katoda .

3) Katoda - permukaan logam yang mengambil ion logam .

4) Metallic Obligasi - jalur logam terus menerus yang memungkinkan arus mengalir dari katoda ke anoda .

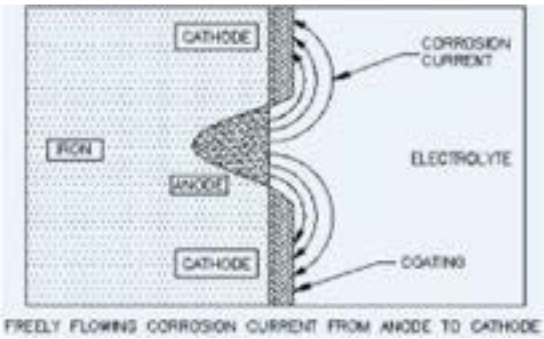
Solusi , untuk korosi ini dengan metode sederhana dapat mengatasi masalah korosi galvanik ini adalah dengan menyisipkan nilai isolastor Galvanik yang sesuai dan diakui secara seri dengan konduktor grounding pada kabel listrik kapal - ke-pantai . Fungsi isolator Galvanic adalah untuk menyediakan kelangsungan konduktor grounding AC (diperlukan untuk keselamatan jika terjadi sebuah kesalahan AC) dan untuk memblokir aliran korosiyang menimbulkan arus galvanik .

Apakah proteksi katodik .

Perlindungan katodik dicapai dengan menyediakan elektron pada struktur logam yang harus dilindungi. Selain itu, elektron pada struktur akan cenderung menekan peleburan logam dan meningkatkan laju evolusi oksigen. Di saat teori listrik konvensional dianggap mengalir dari (+) ke (-) dan sebagai hasilnya adalah struktur dilindungi jika arus masuk dari elektrolit (air laut). Sebaliknya korosi dipercepat, terjadi jika arus melewati logam ke elektrolit (air laut).

Perlindungan katodik dari struktur dapat dicapai dengan dua cara, yaitu:

- oleh aplikasi catu daya eksternal (saat ini mengesankan)
- dengan penerapan sistem galvanik yang sesuai (pengeroposan anoda)



Gambar 8.17: Tidak ada pengamanan katodik

Perlindungan katodik

Ketika dua logam yang berbeda direndam dalam air laut dan terhubung bersama arus akan mengalir melalui air yang lebih reaktif (anodik) mengalir pada bagian kurang reaktif (katodik). Karena aksi elektrokimia anodik logam akan cenderung selalu pergi ke dalam larutan (yaitu menimbulkan korosi) sementara logam katodik akan tetap stabil (yaitu dilindungi oleh logam anodik). Reaksi serupa terjadi di berbagai tempat pada struktur baja karena beda potensial antara daerah anodik dan katodik. Sebagai alasan lain misalnya kurangnya keseragaman kimia pada baja, menempel pada lapisan cat . Reaksi juga terjadi pada logam yang berbeda dikopel (misalnya pengelasan). Variasi aliran air laut yang juga dapat menimbulkan perbedaan potensial pada permukaan pelat yang menyebabkan aliran arus tersebut akan menghasilkan korosi. Prinsip perlindungan katodik adalah arus korosi yang dilokalisir pada rawa dengan menerapkan *arus yang berlawanan* dengan sumber eksternalnya (entah sistem pengeroposan anoda atau sistem lain yang dapat digunakan). Untuk struktur cukup memadahi untuk potensi pengamanan pada semua bidang logam yang harus ditekan ke sumber negatif dari pada area anoda. Potensi ini dapat diukur pada elektroda referensi standar dalam air laut. Kepadatan arus yang dibutuhkan

untuk melindungi lambung kapal akan tergantung pada sejumlah variabel seperti, kecepatan kapal, kondisi cat luar bawah, salinitas, suhu air dan lainnya. Salinitas adalah rasa asin atau kadar garam terlarut (seperti natrium klorida, magnesium dan sulfat kalsium, dan bikarbonat) dari badan air atau di tanah.

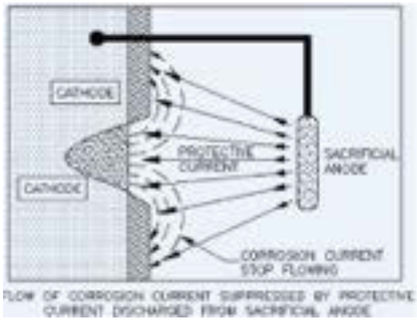
Persyaratan kepadatan arus laut didasarkan pada asumsi sebagai berikut :

- Sekitar 32 mA / m^2 diperlukan untuk pengamanan yang memadai pada baja yang dicat .
- Sekitar 110 mA /m^2 diperlukan untuk pengamanan yang memadai pada baja dicat .
- Sekitar 150 mA /m diperlukan untuk pengamanan yang memadai pada logam non-ferro.
- Tentang 540 mA /m^2 diperlukan untuk pengamanan yang memadai pada baling-baling .

Untuk menentukan perlindungan cuaca secara lengkap struktur bawah laut telah mencapai yang dibutuhkan untuk pengukur perbedaan potensial terhadap elektroda referensi. Untuk perlindungan yang memadai baja yang dicat harus memiliki kontak logam perak/silver chloride dengan potensi 750 sampai 850mV muatan negatif terhadap elektroda referensi. Di bawah 750mV resiko korosi akan meningkat. Diatas 850mV berbahaya terhadap kerusakan lapisan cat yang disebabkan oleh hidrogen yang berevolusi pada pengamanan permukaan.



Gambar 8.18.: As baling-baling diikat pada lambung



Gambar 8.19.: Sistem pengorbanan Katoda

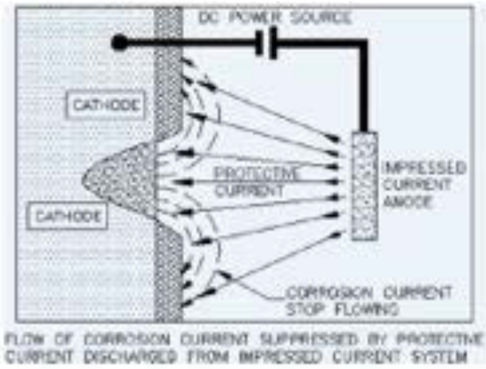
Untuk memastikan perlindungan kemudi dan stabiliser sirip perlu masing-masing diberi sambungan resistansi rendah pada lambungnya . Ikatan ini dicapai melalui kabel fleksibel dipasang di antara kemudi (atau stabiliser) batang dan titik yang aman pada lambung .



Gambar 8.20:: Pengorbanan anoda pada lambung kapal

4. Gangguan elektrode

Pengeroposan pengaman katoda-anoda menunjukkan perlindungan pengeroposan katoda diterapkan pada lambung kapal. galvanik kopling ditunjukkan antara lambung kapal dan anode seng. Seng adalah anodik (+) akan terkorosi ketika digabungkan dengan baja. Korosi terjadi pada seluruh baja yang terendam.



Gambar 8.21.: Sistem aliran tekanan

Tapi, jika baja telah dilapisi, serangan korosi terkonsentrasi pada titik-titik kerusakan pada cat dan akan membentuk lubang seperti mengelas sebuah alur bahkan penetrasi pada plat. Sistem perlindungan katoda saat ini kesanya dipasang pada kapal terdiri dari sejumlah anoda (timah atau plat titanium) dipasang pada lambung dipilih tempat di bawah permukaan air, dan peralatan kontrol yang diatur otomatis arus anoda besarannya sesuai persyaratan yang diminta.



Gambar 8.22.: Pengeroposan katode

Arus searah dipasok keanoda, setelah pemindahan dan perbaikan dari kapal sistem distribusi 440 V; 60Hz; tiga fase. Kontrol kini dikendalikan oleh kontroler thyristor elektronik. Peralatan kontrol otomatis memonitor ukuran anoda yang dipersyaratkan yang mana akan bervareasi dan berbeda kondisi yang ada, suhu air laut , kecepatan kapal, kondisi lapisan dan salinitas. Anoda kisaran kerapatan arus dari 10 mA/m sampai 40 mA/m untuk

perlindungan permukaan yang dicat dan 100 sampai 150 mA/m untuk permukaan baja telanjang. Total terkesan saat lambung dalam kondisi baik mungkin terendah 20A. Output kontroler maksimum sampai sekitar 600 A pada 8 V. Pengukuran harus secara teratur dicatat bersama-sama dengan kondisi saat kapal operasi, suhu air laut dan salinitas, aliran udara, kecepatan di laut atau saat berlabuh.



Gambar 8.23.: Pengaman katode

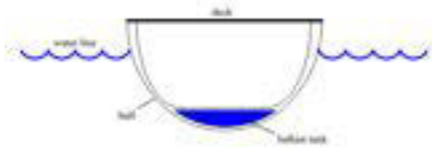
Ketika kapal berhenti di laut, membaca tegangan dapat diambil antara anoda referensi dan lambung kapal. Periksa petunjuk dari produsen mengenai manipulasi elektroda referensi .

Keselamatan

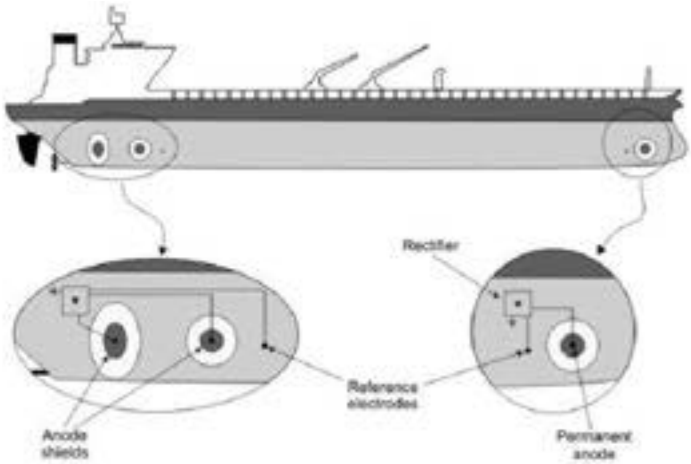
Impressed Current CP (ICCP) mengontrol korosi baja dalam beton dengan menerapkan arus searah ke permukaan baja tertanam. Sistem ICCP memerlukan penyearah untuk memasok daya DC, anoda untuk mendistribusikan arus pada permukaan beton, elektrolit antara anoda dan penguatan (beton lembab), kabel antara rectifier dan anoda dan sel referensi untuk memantau potensi dari penguatan. Dengan memonitor potensi pengguna dapat memeriksa bahwa kriteria perlindungan yang ditetapkan oleh standar internasional telah dipenuhi.

Aplikasi

Perlindungan katodik pada kapal tidak hanya digunakan untuk melindungi lambung luar, kita dapat menemukan anoda keropos sistem dalam air laut, pendingin, pemanas air tawar bahkan dalam tangki ballast, seperti berikut:



Gambar 8.24.: Tanki ballast



Gambar 8.25.: Sistem anode pada Tanker

Ketika Anda telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini , memeriksa jawaban di bagian belakang buku ini. Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar .

1. Lampu pijar masih dipai untuk di kapal, dimanakah lampu pijar digunakan?
   a. Penerangan darurat
   b. Restorasi
   c. Podium
   d. Dapur

   e. Spot

2. Lampu yang hemat energy banyak dipakai dikapal laut diantaranya adalah ....
   a. Pijar 5 Watt
   b. Tungsten-halogen
   c. TL
   d. Spot
   e. Lampu merkuri tekanan rendah
3. Rangkaian sambungan lampu TL urutanya yaitu ....
   a. Sumber, filament, ballast, starter, filament kembali ke sumber tegangan.
   b. Sumber, ballast, filament, starter, filament kembali ke sumber tegangan.
   c. Sumber, ballast, filament, filament, starter kembali ke sumber tegangan.
   d. Sumber, filament, ballast, starter, filament kembali ke sumber tegangan.
   e. Sumber, starter, filament, ballast, filament kembali ke sumber tegangan.

4. Setelah dipasang lampu akan cenderung cepat putus apabila ....
   a. Jarang dipakai atau jarang sekali dinyalakan.
   b. Dayanya listrik besar
   c. Arus yang mengalir berlebihan.
   d. Dipasang didaerah dingin atau panas
   e. Tegangannya naik turun secara ekstrim

5. Apakah yang terjadi antara katode dan anode yang dipasang pada bodi kapal dan terendam didalam air laut?
   a. Akan mengalir arus dari katode, lewat air laut dan kembali ke anode
   b. Akan mengalir arus dari anode, lewat air laut dan kembali ke katode
   c. Akan timbul korosi pada ujung katode
   d. Air laut sebagai elektrolit diantara keduanya
   e. Bodi akan keropos

6. Apakah yang dimaksud dengan perlidungan katodik?
7. Mengapa anoda yang terendam didlam air laut cepat keropos?
8. Mengapa anoda pengaman semakin banyak semakin baik pengamannya?
9. Apakah fungsi utama pada lambung kapal dipasang elektrode?
10. Bahan logam apakah anoda dan katoda dibuat?



Tugas:	
1.	Amatilah lampu pijar, lampu tabung dan apa gunanya masing-masing bagian lampu tersebut.
2.	Lampu apa sajakah yang terpasang diruangan belajar saudara.
3.	Apa gunanya elektroda yang dipasang pada lambung kapal.

Pelajaran 4

Pengamanan dan standarisasi

Kegiatan 9.

Tegangan menengah

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Operasi tegangan
2) Persyaratan
3) Pengertian istilah teknis

Keamanan kerja pada tegangan menengah

1. Pengenalan

Berbagai permintaan untuk menambah pasokan daya listrik pada kapal sehingga kapasitas arus menjadi terlalu tinggi pada tegangan 3 fase dengan tegangan 440 V. Untuk mengurangi ukuran kestabilan dan tingkat kesalahan saat diperlukan dalam penentuan sistem tegangan peringkat tinggi dengan daya yang maksimal.



Dalam prakteknya tegangan pada kapal laut adalah dibawah 1000 V yang juga disebut dengan tegangan rendah (Low Voltage). Sedangkan tegangan menengah (Medium Voltage) adalah setiap tegangan di atas 1 kV. Spesial untuk kapal laut sistem yang digunakan adalah tegangan menengah 3,3 kV dan 6,6 kV. Sistem 10 kV diperlukan sesuai dengan permintaan saat penambahan daya yang semakin hari semakin meningkat. Dengan pembangkitan daya listrik pada tegangan 6,6 kV dan distribusi tegangan 440 V serta pergantian level daya diatas 6 MW akan menjadi lebih praktis dan mudah dalam pengelolaannya. Sebuah pembangkitan daya listrik 440V dari 3 x1 megaWatt dengan faktor daya generator set diesel 0,8. Dan pada masing-masing kabel power generator serta pemutus sirkit harus mampu menangani beban penuh saat:

Power (watt) = √ 3 × Voltage (volt) × I (amp) × Power factor (cosφ)

Maka arus yang mengalir adalah:

$$I = \frac{P}{V\ x\ Cos\ Q\ x\ \sqrt{3}} \quad \text{.... (amper)}$$

$$I = \frac{1000000}{440\ x\ 0{,}8\ x\ \sqrt{3}} = 1642{,}1\ A$$

Jika gangguan hubung singkat pada salah satu kabel jaringan utama maka pemutus sirkit memerlukan perhitungan arus hubung singkat yang akan terjadi sekitar 65 kA. Untuk sistem yang sama pada tegangan 6,6 kV pada beban penuh maka setiap generator mengalir arus:

$$I = \frac{1000000}{6600\ x\ Cos\ Q\ x\ \sqrt{3}} = 109{,}5\ A$$

Selain arus hubung pendek di atas, daya yang hilang di instalasi MV jika dihitung sekitar:

$$P = I^2 \times R \;\ldots\; \text{(Watt)}$$

Daya yang hilang atau rurugi daya akan semakin berkurang jika tegangannya semakin naik dan dengan demikian berarti akan menambah efisiensi jika kita akan mengirimkan listrik pada tegangan yang lebih tinggi. Alasan inilah yang menguatkan mengapa mayoritas kapal bergeser mengarah pada sistem tegangan menengah.

2. Pelatihan teknis

The 2010 Amandemen Manilla dengan Konvensi Internasional tentang diterimanya standar pelatihan yaitu Sertifikasi dan Watchkeeping untuk Seafarers (STCW) telah memperkenalkan revisi standar kompetensi untuk departemen mesin, termasuk persyaratan tambahan baru bagi personil mekanik yang telah melakukan pelatihan dan pendidikan dalam sistem High Voltage.
STCW adalah merupakan hasil konvensi internasional tentang standar pelatihan, sertifikasi dan Watchkeeping selanjutnya untuk pelaut (STCW), 1978, sebagaimana telah diubah dengan format baru dari izin yang dikeluarkan oleh Departemen Kelautan Hong Kong, Cina Komunikasi yang diterima dari Pemerintah Hong Kong, Cina. The Mannila Amandemen mulai berlaku pada tanggal 1 Januari 2012. Seafarers atau pelaut yang memulai latihan sebelum 1 Juli 2013 dapat terus memenuhi persyaratan pelatihan sebelumnya sampai Januari 2017 atau sertifikasi berlaku 5 tahunan. Namun, dari 1 Januari 2017, teknik personel harus menunjukkan bahwa mereka memenuhi persyaratan baru sertifikasi MV. Perusahaan harus mengkonfirmasikan persyaratan individual, namun ada kemungkinan bahwa, ketika mereka datang melegalisir sertifikat dan jika petugas teknik tidak dapat memberikan bukti dokumen jasa laut sebelumnya pada kapal yang dilengkapi dengan sistem MV atau sedang menyelesaikan

kursus MV maka akan disesuaikan penempatannya pada kapal dengan sistem MV yang sesuai dengan sertifikat kompetensi yang dimilikinya.

Perusahaan juga perlu mengkonfirmasi persyaratan nasional untuk persetujuan program MV, tapi untuk personel teknik ditingkat manajemen, kursus yang sesuai cenderung menjadikan konstribusi poin nilai untuk memenuhi persyaratan minimal diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Persyaratan operasional dan keselamatan fungsional untuk sistem MV laut.
2) Penempatan personil sesuai kualifikasi untuk melaksanakan pemeliharaan dan laporan MV switchgear dari berbagai jenis.
3) Mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan sewaktu melakukan kesalahan dalam sistem MV.
4) Membuat strategi penggantian untuk mengisolasi komponen MV sistem.
5) Memilih alat yang cocok untuk isolasi dan pengujian peralatan MV.
6) Melaksanakan switching dan prosedur isolasi pada kapal laut sistem HV.
7) Melakukan tes isolasi dan ketahanan pada peralatan tegangan menengah.

3. Definisi

Ada beberapa definisi harus kita pahami terlebih dahulu terutama yang menyangkut tentang istilah untuk perkapalan, yaitu:

1. Saluran pentanahan



Sebuah koneksi bumi yang dipasang sebagaimana CME, atau sambungan pembumian hanya pada satu titik kerja jika belum dilengkapi dengan CME.

Sementara yang dimaksud dengan CME (Combined Mounting and Earthing) adalah pentanhan yang dipasang kombinasi satu dengan lainnya.

Gambar 9.1.: CME

2) Persetujuan
   Suatu bentuk sanksi apabila karyawan tidak bisa menyesuaikan dengan perjanjian akan digunakan oleh pengawas senior atau insinyur listrik.
3) Authorised person (AP)
   Orang yang berwenang dan terlatih serta ditunjuk secara tertulis oleh pengawas / insinyur listrik untuk melaksanakan pekerjaan sebagaimana diizinkan oleh aturan ini.
4) Caution notice
   Perhatian atau sebuah pemberitahuan peringatan terhadap gangguan pada alat yang terpasang.
5) Chief engineer (Kepala insinyur)
   Senior engineer diatas kapal yang bertanggung jawab untuk semua teknis operasi dan pemeliharaan kapal.
6) Sirkit utama bumi (CME)
   Sebuah koneksi pembumian untuk tujuan peralatan aman bekerja atau sebelum diizinkan untuk dioperasikan atau sanksi atas uji yang dikeluarkan dan tercantum pada dokumen.
7) Orang Kompeten
   Seseorang yang kompeten terlatih dan memiliki cukup pengetahuan teknis atau pengalaman yang memungkinkan dapat menghindari bahaya. Ini adalah

orang yang berwenang mengeluarkan izin untuk bekerja, mengekspresikan bahwa dirinya orang kompeten dan dapat terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan.

8) Pemberitahuan keadaan bahaya

Sebuah pemberitahuan yang meminta perhatian terhadap bahaya yang semakin mendekat atau gangguan pada alat perangkat yang terpasang.

9) Mati atau putus (Off)

Adalah sekitar terjadinya tegangan nol dan terputus dari semua sumber energi listrik.

10) Ditanahkan

Terhubung dengan massa bumi sedemikian rupa sehingga diyakini pada setiap saat terjadi pelepasan energi listrik tanpa bahaya.

11) Tegangan menengah (MV)

Semua voltase melebihi 1000 V ac. Hingga mencapai tegangan 35 kV.

12) Peralatan tegangan menengah

Setiap aparat, peralatan atau konduktor biasanya dioperasikan pada tegangan diatas 1000 V ac.

13) Terisolasi

Pemutusan dan pemisahan peralatan listrik dari sumber energi listrik sedemikian rupa bahwa pemisahan dan pemutusan listrik dijamin aman.

14) Kunci keamanan



Sebuah perangkat peringatan keamanan yaitu sebuah kunci atau tanda yang digunakan untuk pemberitahuan pemutusan sirkit yang berarti isolasi tegangan, pembumian atau alat pengaman lainnya.

Gambar 9.2.:

Peringatan di Tempat Kerja

15) Limitation of acces (LoA)
    Sebuah formulir yang dikeluarkan oleh orang yang berwenang untuk orang yang kompeten, mendefinisikan batas pekerjaan yang akan dilaksanakan di wilayah sekitarnya, tetapi tidak pada peralatan listrik tegangan tinggi.
16) Hidup (On)
    Bermuatan listrik atau bertegangan dari pasokan listrik.
17) Permit to work (PTW)
    Suatu bentuk deklarasi ditandatangani dan diberikan oleh orang yang berwenang untuk penanggung jawab kompetensi pekerjaan yang akan dilakukan didaerah atau mendekati wilayah peralatan tegangan tinggi. Selalu mencegah terhadap bahaya listrik, agar aman untuk bekerja.
18) Kunci keselamatan
    Sebuah kunci yang digunakan untuk mengamankan titik isolasi, perangkat keselamatan dan sirkuit bumi, yang unik dari kunci adalah lain dari yang lain digunakan pada sistem.
19) Sanksi untuk pengujian (SFT)
    Suatu bentuk deklarasi, ditandatangani dan diberikan oleh orang yang berwenang pada lain orang yang bertanggung jawab berwenang atas pengujian peralatan tegangan tinggi.
20) Designated person ashore (DPA)
    Seorang insinyur listrik atau mekanik senior sesuai kualifikasi ditunjuk secara tertulis oleh perusahaan untuk bertanggung jawab atas penyusunan dan prosedur administrasi untuk instalasi tegangan tinggi dan operasinya.

Apa yang digolongkan tegangan tinggi onboard pada kapal?
Dalam prakteknya di kapal laut tegangan di bawah 1000V ac dianggap LV (tegangan rendah). Sedangkan tegangan menengah adalah setiap tegangan diatas 1000V. Dan dalam kenyataannya khusus kelautan sistem tegangan yang dipakai dalam MV adalah 3,3 kV; 6.6 kV dan 11 kV.

Peralatan MV

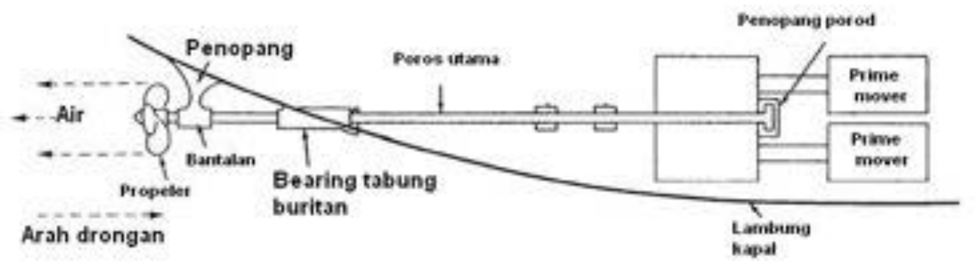
Layanan kapal konsumsi daya listrik di sisi dermaga berkembang pesat dan sekarang melebihi rentang daya 10 MW pada beberapa kapal-kapal komersial terbaru. Kemampuan interupsi switchgear saat terjadi arus hubung pendek dan kabel melayani beban kapal di pelabuhan dengan penggunaan tegangan menengah sistem distribusi tenaga listrik pada tegangan mulai dari 5 – hingga kisaran 21 - kV. Banyak beban listrik tegangan menengah daya tinggi harus beroperasi selama bongkar muatan kapal dan berlabuh. Pada saat yang sama, peraturan perlindungan lingkungan diberbagai pelabuhan laut (misal: pada pelabuhan terbesar California adalah contoh dari persyaratan paling ketat) tidak memungkinkan kapal untuk mengoperasikan penggerak utama (prime mover) mereka sementara di dermaga. Banyak operator kapal dan otoritas pelabuhan yang berjuang dengan tidak adanya standar dan spesifikasi untuk interkoneksi beban layanan kapal di daratan disediakan sistem distribusi listrik yang sesuai. Bahasan ini meninjau keadaan saat kapal bersandar ada standar yang berlaku untuk interkoneksi daya kapal ke pantai, teknik yang telah terbukti untuk interkoneksi daya di pantai serta pendekatan untuk mengurangi tantangan daya tinggi dan tegangan tinggi di galangan.

Item utama dari sistem listrik tegangan menengah:

1) Set pembangkit utama.

   Pembangkit listrik utama (prime mover) biasanya setiap kapal mempunyai lebih dari satu pembangkit. Selain fungsi cadangan pembangkit listrik mempunyai beban yang cukup besar sehingga diperlukan daya besar dengan cara dikopel.

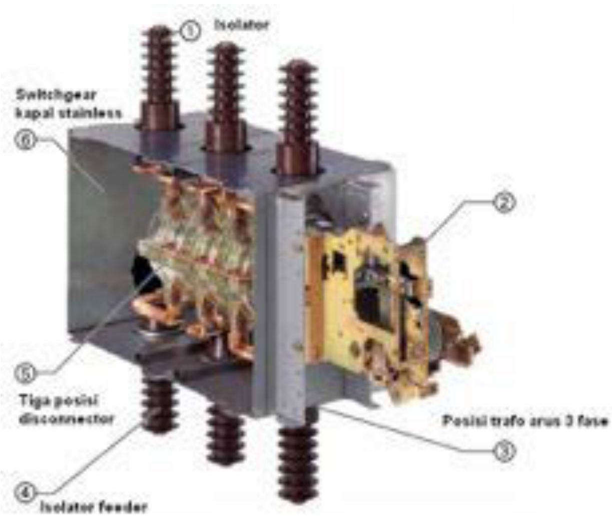
   Pembangkit utama akan menggerakan poros utama sehingga kapal tersebut dapat dikontrol untuk berjalan.



Gambar 9.3.: Prinsip tenaga penggerak kapal

2) Switchboards atau yang dikenal dengan panel listrik mempunyai fungsi mengendalikan daya listrik untuk didistribusikan ke segala arah beban termasuk didalamnya berisi pemutus sirkit, pemisah, switsing dan lainnya yang operasinya harus sesuai dengan prosedur yang berlaku pada tegangan menengah MV utama dan dengan switchgear bantu, perangkat pengaman lain serta instrumentasi.

   Khusus untuk sakelar pemisah seperti oada gambar 9.3. dibawah system operasinya menggunakan prosedur khusus dan dilakukan oleh orang yang telah bersertifikasi. Adapun konstruksi yang utama adalah adanya isolator baik pada feeder (sisi penyulang atau sisi masuk) maupun pada sisi keluarannya.



Gambar 9.4.: Tiga posisi sakelar pemisah

3) Kabel tegangan tinggi.

Karena operasi kerja pembangkitnya adalah dengan tegangan menengah maka kabel yang dipakaipun harus memenuhi syarat keamanan. Artinya selain kabel tersebut aman terhadap adanya tegangan tembus tetapi juga harus diisoliasi terhadap gangguan interferensi pada jaringan sinyal maupun jaringan data.





Gambar 9.5.: Kabel tegangan menengah dan terminasi

Proses penyambungan kusus untuk kabel ini harus menggunakan tatacara terminasi yang sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan untuk kabel tegangan menengah. Peralatan dan material yang digunakan serta yang melakukan penyambunganpun harus bisa menunjukan sertifikasi yang telah dimiliki untuk melakukan terminasi kabel tersebut, sekaligus pengujiannya.

Trafo MV ke LV.



Gambar 9.6.:

Trafo MV ke LV

MV ke LV transformer penurun tegangan atau mengisolasi transformator, converter, motor penggerak. MV motor untuk penggerak, pendorong, ballast-pompa, pompa dan kargo-compressors.

Persyaratan Isolasi MV

Pembuatan kumparan generator dan motor MV untuk kelautan sepertihalnya pada LV dipahami bahwa untuk kebutuhan bahan isolasi tentu lebih baik seperti micalastic atau yang setara.

Kumparan transformator MV biasanya terisolasi dengan resin epoksi dan senyawa bubuk kuarsa.

Ini adalah bahan yang tidak berbahaya, adalah bebas perawatan, tahan kelembaban dan Tropicalised. Isolasi untuk kumparan MV membutuhkan desain yang lebih rumit dari yang diperlukan pada kabel LV. Kabel MV memberikan penghematan yang signifikan untuk berat dan ruang, mengarah ke instalasi sederhana dengan hasil yang lebih kompak. Dimana udara sedang digunakan

sebagai media isolasi antara busbar tembaga telanjang dengan terminal, jarak rambat bersih antara bagian aktif dan pembumian lebih besar untuk sistem MV.

Fitur-fitur utama sistem MV dibandingkan pada sistem LV

Jika kita bandingkan keunggulan system MV bila dibandingkan dengan system jaringan tegangan menengah pada kapal adalah sbagai berikut:

1) Sistem MV memiliki jaringan lebih luas dan kompleks sambungannya.
2) Akses ke daerah MV sangat terbatas dan aman dikendalikan.
3) Prosedur Isolasi lebih terlibat dan perubahan strategi harus dirumuskan dan dicatat.
4) Peralatan terisolasi harus dibumikan ke bawah.
5) Probe uji yang tepat dan harus digunakan instrument.
6) Pengujian tahanan isolasi diperlukan diagnostik.
7) Sistem MV kadang-kadang netral dibumikan dan menggunakan pembatasan arus resistor.
8) Pemutus sirkuit MV harus dipasang.
9) Besarnya arus dan waktu saat digunakan perangkat diskriminasi pengamanan atau pemantauan

Resiko bahaya ketika bekerja pada peralatan MV

Sengatan listrik, menyentuh tegangan listrik mempunyai potensi berbahaya. Pada tegangan tinggi potensi sengatan listrik semakin mematikan. Daya tahan tubuh menurun seiring peningkatan level tegangan yang berarti semakin meningkatkan aliran arus. Ingat, sengatan arus listrik terendah 15 mA saja bisa berakibat fatal (jantung berdetak keras). Itu resiko pada orang-orang yang bekerja di daerah MV dapat diminimalisir secara umum dengan peraturan perusahaan serta prosedur yang masuk akal. Faktor kecenderungan meningkatnya resiko menerima sengatan listrik termasuk berikut:

1) Pekerjaan MV ruangnya sangat terbatas dapat dilakukan saling berdekatan dengan seseorang (s) tidak biasa dengan bahaya MV. Oleh karena itu daerah harus benar ditutup total dari pekerjaan sekitarnya yang mungkin akan terjadi dan posting pemberitahuan tentang bahaya.



2) Daerah luas logam disambung ke tanah dapat dengan mudah tersentuh orang, akan meningkatkan kemungkinan sengatan listrik dari konduktor MV.

Tegangan pengujian isolasi tinggi dapat berbahaya khususnya ketika beberapa bagian dari peralatan diberi energi untuk jangka waktu tertentu.

3) Beberapa peralatan dapat menggunakan air dalam operasi yang dapat menyebabkan dengan peningkatan risiko cedera. Secara umum, air mengalirkan listrik dan mengurangi ketahanan kulit.

4) Penggunaan instrumen ketika melakukan pengukuran tegangan tinggi dapat meningkatkan risiko cedera jika mereka sengaja digunakan konduktor tanpa terhubung pentanahan (perlindungan). Hal ini dapat mengakibatkan instrumen menjadi tinggal di kandang tegangan tinggi.

5) Peralatan tegangan tinggi akan menyimpan energi setelah pemutusan. Contoh, pada switchboard 6.6KV dapat berakibat fatal jika terjadi gangguan.

6) Jika selama pemeliharaan suatu MV sirkuit utama bumi (CME) akan dihapus dari sistem, itu tidak harus dikerjakan, seperti MV kabel dapat mengisi ulang sendirinya pada tegangan tinggi dari tegangan induksi yang dekat di sekitar kabel MV.

Busur listrik

Busur adalah keluarnya arus listrik di celah, sebuah kesalahan percikan busur adalah keluarnya daya tinggi listrik antara dua atau lebih konduktor.



Gambar 9.7.: Busur api listrik

Radiasi panas di busur sangat tinggi dan dapat dengan mudah diatur a orang pakaian terbakar.

Klasik Tesla Coil menggunakan celah elektroda sebagai switch-nya, pada dasarnya celah udara antara dua konduktor. Setelah medan listrik yang tersimpan dalam kapasitor mencapai ambang yang tepat, udara dalam ruang menjadi terionisasi dan menutup saklar melalui plasma

berikutnya yang terbentuk; plasma ini adalah terlihat "petir" disaksikan antara dua osilator dari Tesla Coil tradisional.

Busur Ledakan

• Tekanan ledakan, busur ledakan berasal dari dua hal. Pertama, pengembangan logam pada saat mendidih, kodisi menguap, dan yang kedua pemanasan ambien udara akibat berlalunya busur dengan kecepatan super cepat..

• Peristiwa campurnya uap air dan logam di udara dekat busur membangkitkan lesatan plasma pada terionisasi uap, yang dapat menyebabkan secara luas cedera.

Sistem Perijinan Kerja Listrik

Prosedur akses ke switchboards MV dan peralatan harus benar-benar dikontrol dengan menggunakan Sistem Perijinan Kerja Listrik, prosedur isolasi melibatkan sistem pengaman dengan kunci , dan pembumian ke tanah. Format izin bervariasi untuk berbagai perusahaan dan organisasi.

Sebelum pekerjaan dimulai pada peralatan MV sebuah surat perintah kerja harus dikeluarkan. Izin biasanya merupakan tahap terakhir dari tugas perencanaan pemeliharaan yang akan diselenggarakan dan disetujui oleh petugas otorisasi yang akan dilaksanakan oleh orang bertanggung jawab. Prosedur tambahan pelaksanaan untuk sistem MV, prosedur tambahan dan tindakan pencegahan harus diambil, adalah sebagai berikut:

Persetujuan Uji

Biasanya pengujian pada sistem HV hanya dapat dilakukan setelah sirkuit utama pembumian (CME) telah dilepas. Contoh ini bisa menjadi pengujian isolasi karena melibatkan pemeriksaan isolasi pembumian. Sebuah persetujuan uji harus dikeluarkan dengan cara yang mirip dengan izin kerja. Sebuah persetujuan uji tidak boleh dikeluarkan pada suatu peralatan yang mana izin bekerja masih berlaku, atau persetujuan uji lain masih berlaku. Catatan: Pemeliharaan dan perbaikan tidak dapat dilakukan di bawah persetujuan uji.

Bentuk batas acces

Ketika melakukan pemeliharaan MV, kemungkinan terjadi berbahaya apabila dilakukan tidak dibatasi area kerjanya. Pekerja yang melakukan pemeliharaan dekat dengan perangkat MV mungkin tidak memiliki pelatihan dan mungkin tidak biasa dengan risiko yang akan terjadi ketika bekerja pada atau dekat peralatan MV. Karena risiko inilah batas acces harus digunakan. Formulir ini menyatakan jenis pekerjaan yang diperbolehkan untuk dilakukan di dekat pekerjaan MV, keterbatasan yang ditetapkan (Ruang dan waktu) dan tindakan pencegahan yang diambil. Bentuknya yang akan diterbitkan dan ditandatangani oleh orang yang berwenang dan konfirmasi penerimaan persetujuan oleh orang yang mempunyai autorisasi pekerjaan. Bentuknya harus mencakup tanda ***Lakukan*** dan ***cancel***.



Pembumian Bawah

Pembumian bawah (ke tanah) diperlukan untuk memastikan bahwa setiap energi listrik yang tersimpan kapasitansi tertentu yang melekat pada pelaratan isolasi akan aman setelah dipisahkan atau muatannya dilepaskan ke bumi. Nilai-nilai resistansi isolasi yang semakin tinggi diperlukan pada penghantar kabel MV pada nilai isolasi kapasitansi (C) yang tinggi, ini bila ditambah dengan tegangan tinggi berarti energi yang tersimpan (W) dalam peralatan MV jauh lebih besar daripada sistem LV .

$$W = \frac{C \times V^2}{2} \quad \ldots\ldots \quad \text{Joule}$$

Pembumian ke tanah juga memastikan bahwa peralatan tetap terisolasi aman selama prosedur kerja. Pembumian ke tanah di switchboard MV adalah ada dua jenis.

a. Rangkaian pentanahan:

Sebuah kabel feeder keluar atau masuk terhubung kuat dengan pentanahan pada semua tiga hanataran fase yaitu posisi setelah pemutus sirkuit. Ini dilakukan oleh pemutus sirkuit menggunakan kunci khusus. Kunci kemudian disimpan ditempat kunci dengan aman. Pemutus sirkuit tidak dapat sambung (ON) sampai rangkaian pentanahan di kembalikan semula.

b. Busbar pentanahan:

Ketika diperlukan bekerja pada bagian busbar rangkaian harus benar-benar terisolasi dari sumber listrik. Ini akan mencakup feeder dari generator, bagian atau penyambungan pemutus sirkuit dan trafo dengan sambungan busbar. Busbar yang terhubung bersama dan ditanahkan menggunakan Lead portabel yang memberikan konfirmasi gambaran susunan pembumian.

Ketika Anda telah menyelesaikan pertanyaan-pertanyaan ini, memeriksa jawaban di bagian belakang buku ini. Catatan : lebih dari satu pilihan ganda jawaban yang benar.

1. Tegangan operasi pembangkit utama pada kapal laut digunakan tegangan:
   a. Ekstra tinggi
   b. Tinggi



c. Menengah
d. Rendah
e. Ekstra rendah.

2. Tegangan operasi untuk beban motor, lampu serta pemanas air pada kapal laut digunakan tegangan:
   a. Ekstra tinggi
   b. Tinggi
   c. Menengah
   d. Rendah
   e. Ekstra rendah.

3. Mengapa operator pada kapal harus ikut pelatihan teknis tentang prosedur bekerja di area berbahaya?
   a. Untuk sertifikasi
   b. Supaya aman
   c. Untuk penyesuaian
   d. Peningkatan kesejahteraan
   e. Mengisi waktu luang.

4. Siapakah yang bertanggung jawab tentang teknis operasi dan pemeliharaan ?
   a. Operator
   b. Teknisi
   c. Manajer
   d. Kepala insinyur
   e. Kontraktor

5. Apakah gunanya tanda peringatan yang dipasang pada kotak panel atau switchgear?
   a. Pemberitahuan
   b. Larangan
   c. Keamanan
   d. Sedang ada perbaikan



e. Berbahaya

6. Apayang dimaksud tegangan menengah? Berapakah tegangan mengah dikapal laut?
7. Tegangan 220 V sebagai operasi mesin cuci di kapal termasuk tegangan apa?
8. Apakah yang dimaksud dengan hantaran pembumian kapal?
9. Apakah gunanya hantaran pengaman disambung dengan electrode yang menempel pada lambung kapal.
10. Apakah gunanya penangkal petir di kapal?

Tugas:

1. Amatilah batu baterei, akkumulator berapakah tegangan masing-masing.
2. Kawat listrik PLN yang menyentuh pohon kadang-kadang menimbulkan busur api. Apa pendapatmu tentang busur api listrik tersebut.
3. Mengapa burung yang hinggap pada kawat transmisi listrik tidak apa-apa?.

Pembelajaran 4

Pengamanan dan standarisasi

Kegiatan 10.



Standarisasi

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Klasifikasi dan Sertifikasi
2) Standar peralatan
3) Standar mekanik
4) Standar kelistrikan.

Klasifikasi dan Sertifikasi

PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero) didirikan pada tanggal 1 Juli 1964, adalah merupakan satu-satunya badan klasifikasi nasional yang ditugaskan oleh pemerintah RI. Untuk mengkelaskan kapal niaga berbendera Indonesia dan kapal berbendera asing yang secara reguler beroperasi di perairan Indonesia. Kegiatan klasifikasi itu sendiri adalah merupakan pengklasifikasian kapal berdasar konstruksi lambung, mesin dan listrik kapal dengan tujuan memberikan penilaian atas laik tidaknya kapal tersebut untuk berlayar.

Menyadari akan kondisi alam Indonesia yang terdiri dari beribu-ribu pulau dengan area teritori laut yang sangat luas dimana hal tersebut menjadikan sarana perhubungan laut berupa kapal, merupakan sarana terpenting yang harus dikelola maka diperlukan pemeriksaan yang teliti, teratur dan sistematis terhadap kondisi kapal agar terjaga keselamatan benda dan jiwa di laut. Berdasarkan kondisi tersebut serta didorong oleh kesadaran nasional dan hasrat untuk memiliki badan klasifikasi nasional yang pada gilirannya akan membuka kesempatan bagi tenaga-tenaga ahli perkapalan bangsa sendiri, maka pada tahun 1964 Pemerintah mendirikan PN. Biro Klasifikasi Indonesia.

BKI adalah organisasi yang dibentuk dan menerapkan standar teknik dalam melakukan kegiatan desain, konstruksi dan survey marine terkait dengan fasilitas terapung, termasuk kapal dan konstruksi offshore. Standar ini disusun dan dikeluarkan oleh BKI sebagai publikasi teknik. Suatu kapal yang didesain dan

dibangun berdasarkan standar BKI, maka akan mendapatkan Sertifikat Klasifikasi dari BKI. BKI akan menerbitkan setelah melakukan survey klasifikasi yang dipersyaratkan. Sebagai Badan Klasifikasi yang independen dan mengatur diri sendiri, BKI tidak memiliki interes terhadap aspek komersial terkait dengan desain kapal, pembangunan kapal, kepemilikan kapal, operasional kapal, manajemen kapal, perawatan/perbaikan kapal, asuransi atau pencharteran.

BKI juga melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka peningkatan mutu dan standar teknik yang dipublikasikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan dengan jasa klasifikasi kapal. Selain melakukan pengklasifikasian kapal, BKI juga dipercaya oleh Pemerintah untuk melaksanakan survey & sertifikasi statutoria atas nama Pemerintah Republik Indonesia, antara lain Load Line, ISM Code dan ISPS Code. Melihat peningkatan kegiatan dan perkembangan serta prospek usaha yang cukup cerah maka untuk lebih meningkatkan kemandirian usaha, sejak tahun 1977 peraturan pemerintah (PP) No. 1 PN. Biro Klasifikasi Indonesia, diubah statusnya menjadi PT. (Persero). Saat ini selain kegiatan usaha Klasifikasi, BKI juga mengembangkan kegiatannya di bidang jasa Konsultansi dan Supervisi.

Kantor pusat berada di Jakarta dan memiliki jaringan kantor cabang di pelabuhan besar diseluruh Indonesia dan Singapura. Selain itu BKI juga memiliki kerjasama dengan Badan Klasifikasi Asing, baik dalam bentuk Mutual representative atau Dual Class.

Perbaikan dan pemeliharaan, fokus dalam kegiatan ini yang dikembangkan terutama untuk menjaga kestabilan dan keberlangsungan beberapa fasilitas yang disediakan agar efektif dan efisien berumur panjang. Adapun perhatian dan kegiatan antara lain terfokus untuk :

1. Penggunaan peralatan
2. Pencarian kesalahan
3. Rencana pemeliharaan dan
4. Person

Adapun untuk program pengembangan person agar pelaksanaan perbaikan dan pemeliharaan tercapai dengan baik terutama semua karyawan dan staf kantor harus dilatih bersikap untuk mempunyai:

a. Kompetensi, artinya siapapun karyawan harus selalu mengembangkan pengetahuan, ketrampilan dan sikap professional sesuai bidangnya.
b. Yakin, yakin adalah sikap yang dijiwai, dipengaruhi dan diambil atau diputuskan untuk mengambil satu resiko.
c. Biasa dengan peralatan, karena pengetahuan dan tingkat keyakinan yang dipunyai harus dapat dibuktikan untuk mewujutkan kemampuan keterampilannya secara nyata maka perlu selalu melatih dan menjaga dengan ringan tangan menggunaka peralatan yang benar dan tepat.

Umumnya, pekerjaan kapal laut selalu tunduk dengan kondisi setempat. Karena pekerjaan listrik sebenarnya tidak didefinisikan seperti di darat, praktisnya selalu dikusai perusahaan. Semua personel harus mengetahui resiko dan persyaratan operasional pada peralatan listrik. Jumlah pekerjaan listrik terus meningkat dari hari ke hari. Alokasi orang yang berpendidikan kelistrikan biasanya selalu ketinggalan dalam hal skill praktis. Sementara itu, orang-orang yang terlatih telah menjadi langka, kenapa ? Organisasi dalam pemantauan pekerjaan keseharian selalu membutuhkan kompetensi dan keputusan untuk bertanggung jawab pada alokasi tugas. Kesalahpahaman antar kelompok profesional yang terlibat harus sesegera mungkin diminimalkan. Wilayah yang sering mengalami perbedaan pandangan disuatu perusahaan atau pabrik mereka antar:

- Teknisi listrik
- Mekanik
- Orang-orang kantor Administrasi

Standar peralatan

Peralatan umumnya digolongkan sesuai dengan standar IEC. Sedangkan untuk aturan dengan standar nasional atau yang sedang berlaku dapat meminta uji sertifikasi pada lembaga yang berwenang dan diakui. The Ship Classification

Societies adalah sebagai kelompok mayoritas anggota IACS (International Association of Classification Societies). Anggota masyarakat lain dapat sharing satu dengan yang lain untuk saling membantu dalam beberapa kasus untuk usaha persetujuan standarisasi peralatan. Adapun masyarakat atau organisasi masyarakat dapat menggunakan klasifikasi sertifikasi peralatan dengan menunjukkan bukti resmi saat diminta atau dalam kepentingan yang relevan bukti dapat dilampirkan mencakup:

1 . Tipe standar yang disetujui, atau

2 . Kasus demi kasus yang disetujui (uji rutin).

Standar Mekanik

Organisasi internasional untuk standardisasi misalnya: ISO, adalah federasi seluruh dunia. Ruang lingkup ISO meliputi standardisasi dalam semua bidang kecuali untuk elektrikal dan standar rekayasa elektronik, untuk relevansi yang ini sudah dibuat standarisasi oleh IEC (Interntional Electrotechnical Commision).
Sedangkan untuk segala sesuatu yang berhubungan las dan dimensi pelumasan putting, ukuran lembar gambar, perhitungan kekuatan pengelasan dan dimensi pelumasan nipple harus sesuai dengan standar ISO. Level tekanan suara juga termasuk dalam standar ISO seperti paket transportasi dan konstruksi kontainer.
DIN (Deutsches Institut fuer Normung) atau standar DIN umumnya digunakan di Eropa terutama di jerman. Dalam standar DIN telah didefinisikan standar dimensi untuk baut, sekrup, mur dan asesorisnya untuk perakitan dengan mur baut. Juga berbagai jenis ujung poros, kebutuhan bahan dan kopling dibakukan dalam standar DIN. Contoh standar DIN adalah:

• DIN 476: ukuran kertas internasional (ISO 216 atau sekarang DIN EN ISO 216)

• DIN 946: Penentuan koefisien gesek baut / mur rakitan di bawah kondisi tertentu.

• DIN 1451: jenis huruf yang digunakan oleh kereta api dan pada rambu lalu lintas

• DIN 31635: transliterasi dari bahasa Arab

• DIN 4512: Definisi kecepatan film

• DIN 72552: nomor terminal listrik pada mobil

ANSI dan ASME

Juga standar mekanik berbasis inchi termasuk sudah ditetapkan. Sebagai contoh ANSI (American Standard Institution) dan ASME (American Society of Mechanical Engineers) standar mendefinisikan seutas sekrup dengan satuan inchi dan juga memberikan basis inchi untuk baut, sekrup, mur serta rakitan dengan baut atau mur.

Standar Listrik

IEC yang kepanjangannya adalah International Electrotechnical commision merupakan organisasi atau lembaga yang bertanggungjawab untuk standardisasi di wlayah listrik dan elektronik.Hal penting dari IEC yang berhubungan dengan kelsitrikan (termasuk kelistrikan kapal) adalah:

1. IEC terdiri dari 44 komite nasional yangmana mewakili perkumpulan sekitar 80 persen dari populasi dunia yang memproduksi dan mengkonsumsi 95 persen dari energi listrik.
2. Masalah utama dengan standar IEC adalah bahwa status mereka di dunia tidak cukup kuat. Di banyak negara standar listrik nasional bersama digunakan.
3. IEC 60092 Instalasi listrik kapal.

Khusus standar ini, telah membentuk serangkaian standar internasional untuk instalasi listrik di kapal berlayar di laut, koordinasi yang baik dengan usaha untuk menggabungkan sejauh memungkinkan dengan aturan yang ada. Standar IEC mengatakan untuk membentuk kode praktis untuk diinterpretasi dan amplifikasi

persyaratan dari konvensi internasional tentang *Safety Of Life At Sea* (SOLAS).

IEEE 45

IEEE 45, Institute of Electrical and Electronics Engineers Ini adalah standar yang direkomendasikan untuk instalasi listrik kapal berbasis pada praktek di Amerika Serikat. Ruang lingkup standar ini mencakup kapal laut dan kapal untuk digunakan di sungai, danau dan teluk. Hal ini dianggap sebagai alternatif standar IEC 60092, yang mana adalah bagian dari aturan ABS (American Bureau of Shipping).
Dimana digunakan IEEE 45, para praktisi listrik sering menerapkan untuk lepas pantai GOM (Gulf Of Meksiko) dukungan kapal dan kapal bor terutama buatan AS. Di luar AS dan non kapal berbendera AS yang beroperasi di luar GOM, vendor peralatan listrik lebih sering mengikuti standar IEC.

Bisakah IEEE 45 digunakan di wilayah standar IEC untuk memenuhi persyaratan peraturan ABS? Kedua, IEEE 45 dan standar IEC dapat digunakan untuk memenuhi aturan ABS.

Peralatan, komponen dan sistem ABS memiliki persyaratan khusus, yang sesuai dengan standar alternatif seperti IEEE 45, sebagai pengganti dari persyaratan berdasarkan dalam peraturan IEC. Hal ini penting, bagaimanapun, bahwa IEEE 45 atau apapun standar alternatif lainnya yang diusulkan untuk digunakan dan ditentukan oleh ABS tidak untuk mengurangi pada aturan yang sudah ada dan efektif.
Dapatkah bagian dari IEEE 45 digabungkan dengan bagian-bagian standar IEC untuk memenuhi persyaratan peraturan ABS. Ketika IEEE 45 diusulkan sebagai alternatif, semua peralatan harus sepenuhnya mematuhi bagian standar IEEE 45. Gabungan beberapa standar secara bersama-sama dapat mengakibatkan kebutuhan listrik kurang efektif, dan dengan demikian, akhirnya tidak dapat diterima sesuai dengan aturan ABS. Meskipun ABS telah bermigrasi menuju aturan berbasis IEC, Amerika terus menerus memperkenalkan peralatan dan dalam praktisnya.



Standar internasional listrik lain

Adapun masih banyak standar internasional yang berhubungan dengan kelistrikan pada umumnya termasuk untuk kapal yang hingga sekarang diberlakuan dan diakui secara internasional seperti:

1) VDE (Jerman Asosiasi Electrical Engineers)
2) CENELEC
3) ANSI / ASME
4) IEEE (Institute of Electrical dan Electronics Engineers)
5) NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
6) BS (British Standards)
7) JAS (JAPAN)
8) CSA (Canadian Standarts Association)
9) AS (Standar Australia)
10) API (American Petroleum Institute)

Terbanyak standar nasional mencakup hal-hal seperti tanda-tanda terminal, arah rotasi dan jarak rambat minimum, yang mempengaruhi konstruksi mesin tetapi bukan kinerjanya. Dalam banyak kasus API-standar mengacu standar NEMA. Paling sering frekuensi penggunaan standar listrik nasional pengganti IEC adalah NEMA

Standar Kelautan

The International Association of Classification Societies (IACS) adalah asosiasi perwakilan yang mewakili masyarakat klasifikasi dunia.
Adapun 12 anggota IACS adalag sebagai berikut:

1) ABS American Bureau of Pengiriman
2) BV Bureau Veritas
3) Cina Klasifikasi Masyarakat
4) DNV Det Norske Veritas
5) GL Germanisher Lloyd
6) IRS Indian Register of Shipping

7) Korea Daftar Pengiriman
8) LRS Lloyd Register of Shipping
9) Nippon Kaiji Kyokai
10) Polski Rejestr Statkow
11) Registro Italiano Navale
12) RS Daftar pengiriman (Rusia)

http://standards.ieee.org/findstds/interps/45-2002.html

Willem Maes, **Marine Electrical Knowledge,** Antwerp Maritime

Pembelajaran 4

Pengamanan dan standarisasi

Kegiatan 11.

Penangkal petir dan elektrode kapal

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) Pengertian
2) Komponen penangkal
3) Treminasi sambungan
4) Sistem hantaran
5) Elektrode



Gambar 11.1.: Petir

Ringkasan

Langkah awal perencanaan penangkal petir adalah diketahuinya besaran parameter arus petir penyebab kerusakan. Dengan data-data parameter arus petir, tingkat perlindungan sistem penangkal petir ditentukan oleh sifat, fungsi, kondisi bangunan yang dilindungi dengan resiko dampak yang dapat ditimbulkannya. Perencanaan sistem penangkal petir meliputi sistem

6)

penangkal petir eksternal dan ***sistem penangkal petir internal***.

Sistem penangkal petir eksternal melindungi bangunan dari bahaya sambaran langsung petir dengan pengadaan finial (penangkap petir), penyalur arus petir dan pentanahan, harus juga mampu mengurangi sekecil mungkin propagasi tegangan dan arus petir yang memasuki bangunan, yang dapat dimungkinkan melalui kabel antene, saluran telepon, listrik, pentanahan dll. Sedang sistem penangkal petir internal dengan didasarkan pada konsepsi Dynamic Zoning menyamakan potensial di setiap titik peralatan yang dilindunginya.

Secara efektif batang elektroda penangkal petir dekat air dan memiliki spesifikasi yang sama sebagai terminal udara . Perlengkapan elektroda dilengkapi persyaratan grounding standar umum perahu dengan piringan tunggal 1 $\mathbf{ft^2}$. Disana disediakan beberapa jalur saluran arus ke dalam air untuk mengatasi masalah tunggal utama yang melekat pada terpusat pada terminal grounding .

Dengan terminasi elektroda dekat permukaan air, kawat penangkal petir dapat dialihkan di luar daerah sensitif dari pada melalui tengah kapal . Dengan cara ini sistem proteksi petir laut dapat dirancang dengan penghantar system geometri mirip dengan sistem darat . Dengan meminimalkan resiko sambaran petir pada air, sistem ikatan yang luas memungkinkan melakukan pemasangan perlengkapannya. Tata letak penangkal petir direkomendasikan sebagai bagian dalam sistem grounding terdiri dari:

a. jaringan penghantar penangkal di sekeliling tingkat dek perahu.
b. jaringan ikatan penghantar penangkal di tingkat dek terhubung ke loop penghantar penangkal.
c. beberapa penangkal utama eksternal.
d. penghantar penangkal utama internal saja jika diperlukan.
e. terminal grounding pada akhir setiap penghantar penangkal utama.

a) Pendahuluan

Komponen dari sistem proteksi petir

Sebuah sistem proteksi petir pada perahu biasanya memiliki empat komponen utama:

a. Perangkat penangkal atau terminal udara , disediakan terminal penangkal petir perahu tersebut.
b. Hantaran penangkal utama menyalurkan arus petir ke air.
c. Terminal Grounding memungkinkan arus petir keluar ke dalam air.
d. Sebuah jaringan ikatan hantaran penangkal penyama tegangan antara sistem proteksi petir dengan pengikat hantaran.

Penjelasan teknis teminal udara *(Air Termination)* meliputi peralatan-peralatan sebagai berikut :

a. Lighting Control Terminal Kepala penangkal petir menggunakan type konvensional.
b. Batang Peninggi Batang peninggi terbuat dari metal. Konstruksi batang peninggi tersebut harus kuat dan diperhitungkan terhadap hembusan angin yang kuat.

Fungsi sistem grounding

Sistem grounding menyediakan jalur yang menghubungkan antara sistem proteksi petir dan air. Ini memiliki fungsi sebagai berikut :

a. untuk menyalurkan aliran arus ke dalam air ;
b. untuk membuat impedansi jaringan rendah sehingga arus petir optimal melewatinya;
c. untuk mencegah sambaran pada pengikat penghantar, dan
d. untuk meminimalkan bahaya kejutan bagi anak buah kapal atau crew.

Manfaat elektroda Siedarc

Keberadaanya adalah standar pada sistem menentukan landasan (1 ft^2) terminal grounding proteksi petir yang terendam. Namun, landasan akan lebih

efektif jika beberapa terminal grounding didistribusikan melalui lambung. Juga, karena arus listrik cenderung mengalir ke dalam air melalui percikan kontak saluran sehingga saluran ini dapat ditambah melalui inisiasi spark.



Gambar 11.2.: Sambaungan loop electrode Siedarc.



Gambar 11. 3.: Sambungan hantaran pada tiang



Menggunakan elektroda sebagai terminal tambahan , daripada ground piringan rendam (tenggelam) memiliki beberapa keuntungan:

a. muatan petir dibuang di permukaan air .
b. Elektroda dirancang untuk memenuhi standar NFPA (National Fire Protection Association).
c. Setiap elektroda hanya membutuhkan satu lubang pemasangan .
d. Elektroda dapat dipasang pada lambung, sehingga mengurangi hambatan dan menghindari korosi galvanik.
e. Elektroda dipasang istimewa diatas permukaan air .
f. Hantaran penangkal petir disekitar daerah sensitif dapat mengurangi electromagnet interference (emi) dan bahaya sengatan listrik .
g. Elektroda buat untuk menyalurkan aliran arus.

b) Ruang Lingkup

Peran dan pelaksanaan elektroda grounding dalam sistem grounding laut. Ruang lingkup adalah untuk :

a. menggambarkan keterbatasan standar proteksi petir;
b. mengidentifikasi resiko sambaran ;
c. menunjukkan tata letak untuk konduktor petir dan elektroda ground. Konfigurasi Yacht yang sesuai untuk penggunaan jenis grounding adalah mereka dengan :
    1) lambung fiberglass, dan
    2) tiang aluminium



Gambar 11.4.: Tiang penangkal petir

Spesifikasi:

Total luas permukaan = 1.220,65 cm^2

Material Silicon / Perunggu

RF Impedansi = 2,7-12,0 ohm untuk air asin dari 2,2 MHz sampai 22,7 MHz.

Berat = 5,8 pound.

Pelat landasan ini unik pada setiap pelat landasan hanya ada dua batang 3/8" (includded).

Karena teknik desain, piring dapat dihapus dari perahu tanpa mengeluarkan batang selama mengangkut keluar diperlukan untuk membuang di bawah air.



Gambar 11.5.: Elektrode model Siedarc plat tunggal

Konfigurasi Yacht yang memerlukan pertimbangan khusus adalah mereka dengan :

• serat karbon hull, atau

• serat karbon memperkuat struktur dalam lambung , atau

• SSB strip tanah tertanam ke lambung , atau

• tiang serat karbon .

2,5 tujuan Summary

Tujuan utama untuk menggabungkan elektroda dalam desain sistem grounding adalah :

a. untuk menempatkan elektroda di dekat peralatan yang resiko sambaran;
b. untuk menyebarkan seluas elektroda istimewanya tepat diatas permukaan air ;
c. rute yang menghubungkan penghantar eksternal dengan mensimulasikan sangkar Faraday (perlindungan penangkal sekeliling lambung).

a) **Grounding tradisional dengan plat tunggal**

Standar yang ada

Rekomendasi untuk sistem proteksi petir yang diterbitkan oleh beberapa pihak yang berwenang termasuk ABYC , NFPA , ISO ABS , dan Lloyds. Umumnya hal ini menentukan:

a. piring tanah direndam atau strip dengan luas minimal 1ft^2
b. sebuah konduktor tembaga turun dengan luas penampang dalam berbagai ukuran 21-58 mm^2
c. ikatan semua pengikat logam yang dekat dengan penghantar petir .

Masalah

Ada beberapa masalah dengan skema ini:

a. data sambaran petir telah mengungkapkan bahwa seluas 1ft^2 untuk grounding bentuk piringan benar-benar tidak memadai diair tawar dan bahkan pada sambaran di air garam dapat terjadi melalui alat perlengkapan dekat dengan air.
b. prinsip-prinsip fisika yang digunakan untuk menghitung, misalnya resistansi pentanahan pada piringan yang terendam memiliki relevansi untuk selalu dipertanyakan.
c. Sebuah hantaran kebawah merupakan lokasi pusat yang menghasilkan resiko maksimal sambaran alat kelengkapan lain dan bahaya sengatan listrik.
d. Pengikat hantaran sistem proteksi petir meningkatkan resiko sambaran ke air.

Solusi

Masalah-masalah ini dapat diatasi dengan :

a. melengkapi grounding seluas 1ft^2 dengan beberapa terminal grounding tambahan.
b. menggunakan elektroda dengan tips diudara diatas permukaan garis air dapat mencerminkan pengaman mekanisme sambaran.
c. menambahkan hantaran penangkal petir tambahan diluar daerah sensitif.
d. menempatkan ikatan hantaran penangkal sejauh mungkin dari air.

b) **Merancang sistem grounding**

Konsep

Fitur utama dari sistem grounding adalah sebagai berikut :

a. Satu atau lebih konduktor utama dibagi menjadi beberapa cabang landasan.
b. konduktor utama diarahkan khusus eksternal pada ruang interior.
c. Setiap cabang landasan berujung di terminal grounding .
d. Beberapa jalur landasan dapat memaksimalkan area sekitar saluran petir pada lambung.
e. Resiko sambaran pengikat hantaran ke air disekitar terminal grounding akan berkurang.
f. Resiko sambaran diantara alat kelengkapan dikurangi melalui ikatan.



Sumber: :*http://lifeonthebluehighways.com*

Gambar 11.6.: Ampuhnya sangkar Faraday

Langkah-langkah dalam prosedur untuk merancang sistem grounding adalah untuk:

a. mengidentifikasi daerah resiko sambaran tinggi,
b. terminal tempat grounding,
c. konduktor rute penyaluran petir

Mengidentifikasi bahaya sambaran

Jenis sambaran

Berdasarkan kasus yang telah dibahas, kita dapat membedakan dua jenis sambaran:

a. internal menghubungkan dari pengikat hantaran ke yang lain didalam perahu.
b. eksternal terhubung ke air.

Pengikatan & resiko

Resiko sambaran tergantung pada:

a. bentuk pemasangan pengikat;
b. untuk bagian pengikat pusat kapal, seberapa dekat dengan air;
c. untuk pengikat dekat balok, seberapa dekat balok pada permukaan air.

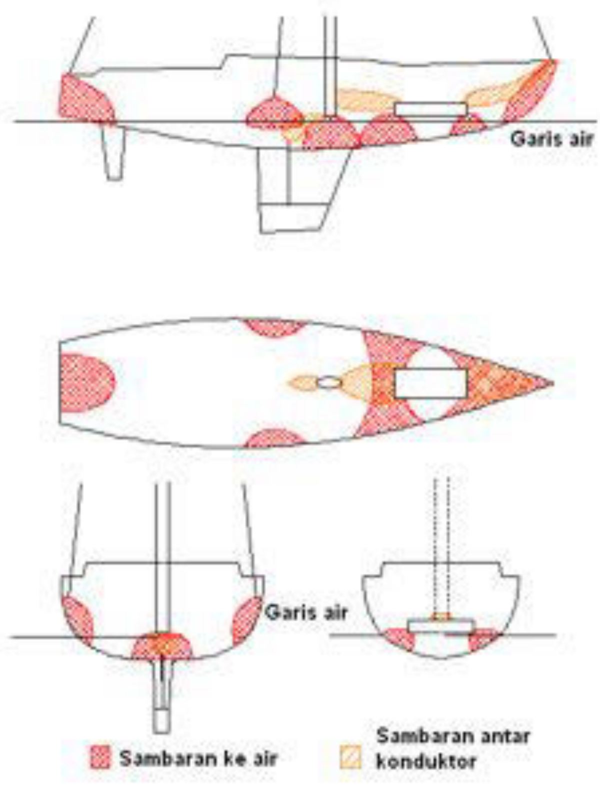
Tabel 11.1: Resiko relatif sambaran pada peralatan.

Pemasangan	Resiko sambaran petir		Komentar
	Didalam	***Diluar***	
CFC hull penguatan lambung	Cukup	Terlalu tinggi	Dapat merusak lambung

Gel mantel blister	Rendah	Terlalu tinggi	Juga berlaku untuk laminasi yang terendam air
transduser terrendam	Rendah	Terlalu tinggi	Dapat dipadamkan
SSB melapisi perak pada badan lambung	Rendah	Terlalu tinggi	Resiko tinggi pada seluruh lambung
Chainplate (untaian plate)	Rendah	Tinggi	Hindari aliran arus melalui penopang
Dasar tiang	Tinggi jika naik	Tinggi	Tiang aluminium adalah konduktor yang sangat baik
Tangki	Tinggi	Cukup	Sama untuk tangki logam dan air
poros propeler	Tinggi	Rendah	Direndam dalam air
Baut kapal	Tinggi	Rendah	Sambaran eksternal melalui ballast
Pipa saluran air	Cukup	Cukup	Tergantung pada lokasi
Baterai	Rendah	Cukup	Bodan terhubung dengan baterai negatif
Air melubangi kapal	Rendah	Cukup	Terutama jika berhubungan dengan sistem proteksi petir
Ballast pelindung	Tidak ada	Cukup	Aliran arus melalui ballast sangat diinginkan

Daerah dimana resiko sambarannya tinggi diilustrasikan dalam Gambar 4 1. Ini adalah kapal pesiar sedrhana dengan tiang, tempat duduk didepan, satu set tempat duduk, baut keel penyambung ke ballast (pemberat) dan pendorong tangki maju. Pada kapal pesiar umumnya daerah berresiko sambarannya akan

lebih tinggi memungkinkan mencakup volume total lambung yang berada dibawah permukaan air.



Gambar 11.7.: Daerah resiko tinggi sambaran petir

Lambung serat karbon dan alat kelengkapan

Komposit serat karbon (CFC) ada beberapa masalah desain untuk proteksi petir. Secara khusus:

a. Serat karbon adalah konduktor tetapi komposit mengandung bukan penghantar.
b. Hal ini tidak mungkin untuk ikatan setiap serat untuk sistem proteksi petir.
c. Isolasi sulit.
d. Sebuah komponen serat karbon tertanam dalam lambung fiberglass sangat mungkin terlibat dalam sebuah sambaran.

e. Sebuah lambung serat karbon dapat melemah setelah sambaran petir akibat penghancuran serat lokal pada kedua titik pintu masuk dan keluarnya melalui saluran sempit di antara keduanya.

Pedoman umum tidak mungkin bagi lambung CFC atau lambung fiberglass yang mengandung komponen CFC. Namun, saat ini sedang dikembangkan produk proprietary (hak paten) untuk mengatasi masalah dengan CFC.

Menempatkan terminal grounding

Jenis-jenis terminal grounding

Setiap terminal grounding menyediakan jalur keluar dimana arus petir dapat mengalir ke dalam air. Ada dua model utama untuk aliran arus:

a. Sebuah terminal terbenam bersentuhan dengan air saat melakukan kontak

   langsung ke dalam air. Maka arus mengalir di dalam air melalui kontak langsung dengan air . Mekanisme yang sebenarnya tidak bisa dipahami dengan baik. Karena energy petir akan hilang di permukaan air, terminal rendam harus ditempatkan sedekat mungkin dengan garis air, sementara mungkin masih tenggelam.
b. Sebuah elektroda SiedarcTM memancing petir untuk membentuk jalan saluran arus ke air. Saluran petir biasanya bercabang dan menyebar di udara tepat diatas permukaan air dan menetralkan muatan energy pada permukaan air. SiedarcTM elektroda harus ditempatkan sedekat mungkin dengan garis air tetapi posisi tetap berada di udara.

Karena sambaran petir paling banyak terjadi saat perahu adalah baik di jangkar atau di dermaga, garis air bagian tumit dapat digunakan.

Fungsi

Fungsi yang diinginkan untuk terminal grounding adalah :

a. Untuk memicu arus mengalir kelaut melalui hantaran yang diinginkan seperti pada tiang aluminium .

b. Untuk menurunkan resistans total antara sistem proteksi petir dan air.
c. Untuk memotong ikatan hantaran seperti penghantar pada ballast air.
d. Untuk memperluas jangkauan ekipotensial sistem proteksi petir ke dalam air .

Konsep

Resiko sambaran diarea yang ditunjukkan pada Gambar 4 1 dapat dikurangi dengan terminal grounding. Beberapa faktor penting dalam menentukan jenis dan lokasi terminal grounding yang akan digunakan:

a. Penyama tegangan kedudukan dekat elektronik dan kabelnya.
b. Resiko sambaran petir juga harus diminimalkan didaerah yang mengandung bahan yang mudah terbakar .
c. melakukan pemasangan bypass elektrode (sambungan) pada boks.
d. standar mrnyatakan setidaknya satu 1 ft^2 diperlukan direndam sebagai terminal grounding .

Beberapa lokasi harus dihindari untuk alasan keamanan , seperti :

a. Beban menjulang seperti benda plat berenang ;
b. dekat benda rapuh;
c. dekat bahan bakar;
d. dekat sambungan pembangkit listrik pelabuhan;

Konduktivitas air sangat penting dalam perencanaan, seberapa luas jaringan grounding yang seharusnya. Sambaran petir area air tawar sangat mungkin terjadi pada setiap alat dengan kelengkapan penangkal di bawah garis air dan semua rangkaian plat piringan. Desain harus menggunakan banyak elektroda untuk daerah dekat bahaya sambaran , dan didistribusikan melalui permukaan lambung. Dalam air garam sambaran sangat kecil kemungkinannya , dengan melakukan pemasangan ikatan penangkal paling dekat dengan lambung dan rangkaian plat piringan yang paling berisiko. Elektroda tambahan yang direkomendasikan di bawah ini semua rangkaian plat piringan dan dekat sejumlah pengikat lambung di bawah permukaan air. Selama air tawar mengapung di atas air asin, lapisan atas air di sungai pasang surut dan di muara sungai adalah segar, terutama saat hujan .



Penghantar sluran

Jenis-jenis konduktor:

a. Tembaga tipis dengan isolasi tegangan 600V adalah komposisi yang direkomendasikan sebagian besar sebagai penyambung hantaran . Namun, untuk koneksi aluminium strip dengan aluminium dan aluminium dengan kabel dapat digunakan. Luas penampang yang disarankan tergantung pada aplikasi beban atau arus prospektif.
b. Sebuah konduktor utama dimaksudkan untuk melakukan fraksi arus petir yang cukup besar, beberapa puluhan kiloamps. Luas penampang untuk tembaga harus setidaknya 21 mm^2 (setara dengan kabel 4 AWG). Sebaiknya 2 AWG.
c. Sebuah ikatan konduktor menghubungkan alat kelengkapan untuk konduktor atau alat kelengkapan lainnya , terutama di bidang horisontal, untuk potensi pemerataan. Luas penampang tembaga harus setidaknya 16 mm^2 (6AWG).
d. Rangkaian hantaran mencakup ukuran konduktor utama.
e. Logam lain dan alat kelengkapan logam dapat digunakan sebagai konduktor petir jika setara.

Koneksi harus memiliki minimal bidang kontak dari konduktor petir yang sesuai . Kami menyediakan garis konektor untuk semua jenis koneksi .

Konsep, tata letak dan jenis konduktor yang akan digunakan dan lokasi untuk titik koneksi harus mempertimbangkan hal-hal berikut :

a. Loop konduktor harus sejauh mungkin dan diatas permukaan air.
b. Semua peralatan logam besar di semua tingkat dek harus dimasukkan ke dalam jaringan yang terikat pada loop konduktor .
c. Konduktor Bonding harus berorientasi sejajar dengan permukaan air .
d. Konduktor utama harus berorientasi tegak lurus terhadap permukaan air .
e. Seperti banyak cabang landasan mungkin harus didistribusikan secara merata di sekeliling lambung , di mana masing-masing cabang terdiri dari konduktor utama dihentikan di terminal grounding .

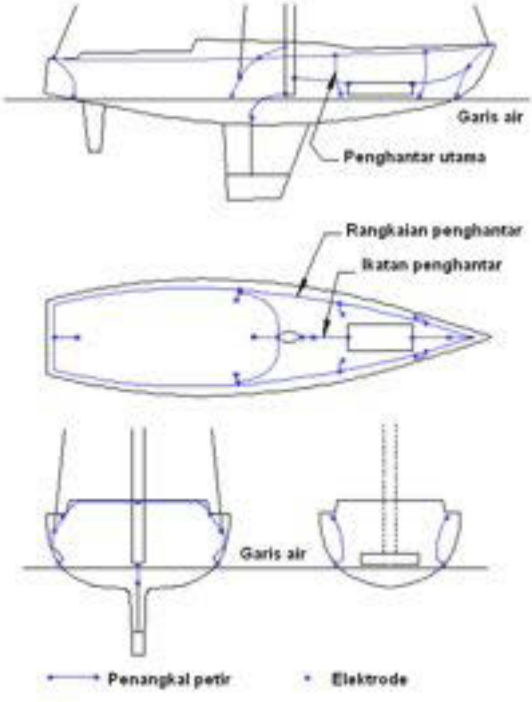
f. Koneksi harus ditempatkan untuk meminimalkan membungkuk dalam konduktor utama.
g. Fitting dicelupkan Substansial seperti unencapsulated ballast dan baling-baling struts dapat digunakan sebagai terminal grounding tenggelam .

Integrasi

Gambar 4 2 menggambarkan tata letak yang tepat untuk konfigurasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4 1. Dalam hal ini ballast timbal digunakan sebagai terminal grounding terendam dan elektroda yang digunakan untuk menyediakan beberapa terminal . Perhatikan hal berikut :

a. Elektroda dipasang di lambung :
    - Memicu sistem aliran arus melalui konduktor ;
    - Menyuntikkan arus ke dalam air untuk menyamakan potensi di dalam air ;
    - Konduktor eksternal beresiko memotong sambaran ;
    - Membangun beberapa jalur landasan untuk memaksimalkan luas saluran dan meminimalkan impedansi secara keseluruhan .
b. Cabang grounding memberi alternative saluran arus petir ke cabang paralel sekitar awak kapal untuk meminimalkan emi.
c. Koneksi antar landasan cabang yang dibuat jauh di atas permukaan air pada bidang horizontal .
d. Koneksi Bonding untuk melakukan ikatan dapat menghilangkan resiko sambaran intern .

Secara keseluruhan , sistem grounding menyerupai tulang rusuk pada daerah yang dilindungi dengan baik di dalam daerah yang dibatasi oleh tulang rusuk. Arus ke dalam air di dasar setiap tulang rusuk cenderung membentuk daerah ekipotensial dalam air, mendekati efek sangkar Faraday .



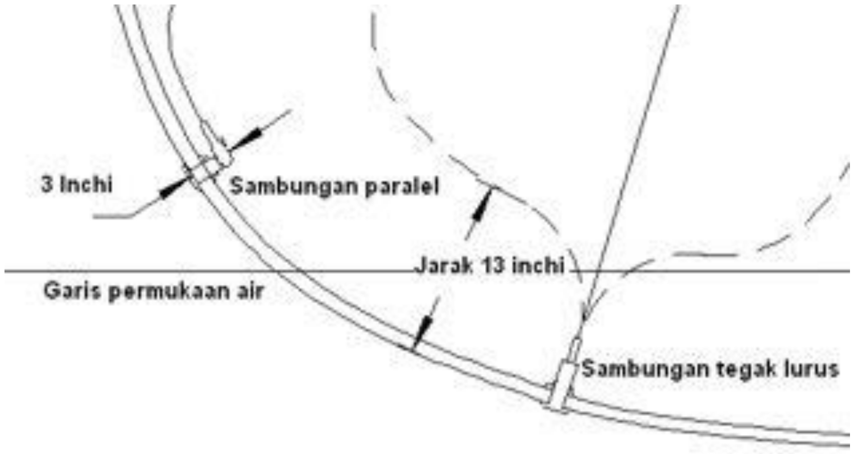
Gambar 11.8.: Menggambarkan tata letak

Jumlah elektroda Siedarc

Konsep , setiap elektroda Siedarc tertanam dalam Forespar Marelon dipasang pada lambung. Marelon adalah fiberglass yang diperkuat nilon. Kadar Forespar ini cocok digunakan baik di atas atau di bawah permukaan air. Dua jenis koneksi yang tersedia, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 1:

a. koneksi paralel untuk ruang sempit di atas permukaan air;
b. koneksi tegak lurus pada posisi diatas atau dibawah permukaan air di mana ruang memungkinkan.

Kedua elektroda sogokan menggunakan AWG 2 kabel baterai tembaga kecil.



Gambar 11.9.: Pemasangan elektrode paralel dan tegak lurus pada lambung

Dimensi

Model koneksi tegak lurus (perpendicular), dalam konfigurasi pemasangan elektrode ditunjukkan pada Gambar 11.8, dimana:

a. Sambungan tegak lurus terhadap permukaan lambung.
b. Jarak sekitar 13 " (diukur dari kepala) diperlukan untuk memasukkan elektroda (~ 5" panjang) jika radius minimum kelengkungan 8 " yang diinginkan dalam kabel penghubung.

Geometri ideal untuk kabel penghubung adalah lurus, tegak lurus dengan lambung, yang berada di sepanjang radius lambung. Model koneksi paralel, dalam konfigurasi ditunjukkan pada Gambar 11.8:

a. Sambungan dibuat sejajar dengan lambung untuk memungkinkan kabel yang akan sejajar dengan lambung.
b. Sekitar diperlukan jarak 3 "

Karena perahu layar bertumit dapat menempatkan koneksi paralel bertumit di bawah permukaan air, praktek terbaik adalah dengan busur kabel dari

permukaan lambung sedekat mungkin dengan elektroda. Dalam hal ini jari-jari lengkungan tidak boleh kurang dari 8 ".

Instalasi

Dimensi Through-hull, pada Gambar 11.9. untuk tiga jenis yang dipasang pada lambung masing-masing digunakan elektroda Siedarc TM – mempunyai dimensi panjang 50 mm dan lebar badan 26 mm untuk *flush head*, panjang 40 mm dan lebar badan 26 mm untuk *mushroom head* dan panjang 53 mm dan lebar badan 26 mm untuk *stainless*.



Gambar 11.10. :

Sambungan Elektrode Siedarc*: 1. tegak lurus,2. parallel 3.stainless*

Persiapan melubangi lambung

Ketika berfungsi sebagaimana yang dimaksud , masing-masing elektroda akan menjadi panas, terutama pada ujungnya dan juga akan mengalami kekuatan impulsif . Persiapan membuat lubang harus sangat berhati-hati karena sangat penting . Secara khusus :



Gambar 11.11.:

Melubangi Lambung Cored

a. Lambung Cored harus dilubangi untuk jarak minimal 1 " dan diisi dengan epoxy atau bahan yang cocok lainnya .

b. Fiberglass yang baru terkena harus dikerjakan permukaannya harus dibuat kedap air .

c. Sebuah pelat pelengkap sangat dianjurkan .

d. Perawatan ekstrim harus dilakukan untuk memastikan tidak ada rembesan air .

e. Jika kelembaban apapun yang ditemukan dalam lambung , seluruh lambung harus dikeringkan .

f. Pada lapisan yang lecet harus ditangani dengan menggosok permukaan , dan lambung benar-benar kering sebelum elektroda dipasang .



Gambar 11.12.:

Pengikatan model mold insert

Setiap kelembaban yang tersisa di lambung kemungkinan akan meledak selama sambaran petir, keluarkan elektroda dan biarkan sebuah lubang di lambung . *Pemasangan benam,* menggunakan elektroda Siedarc TM kepala rata bila dipasang permukaan luarnya akan menjadi rata dengan lambung setelah lubang dibuat yang sesuai dengan profil tersebut .

Peringatan

Karena dimungkinkan akan membahayakan

dan memngganggu operasi kapal maka hindari kondisi berikut ini:

a. Inti terendam air
b. lambung CFC atau struktur
c. di sekitar perahu kecil
d. berenang dekat panggung
e. di mana saja kilat bisa menyambar pada perahu lain , dermaga , atau orang-orang di pantai atau di dalam air.

Tindakan pencegahan lainnya adalah elektroda yang dirancang untuk dapat menangkap arus petir yang sangat tinggi (sekitar 200kA) saat menyambar dan harus digunakan perlrngkapan yang sesuai. Elektroda dirancang untuk dapat mengalihkan arus petir pada perlengkapan yang lebih sensitif dan terbuka kemungkinan adanya timbul korban. Petir berbahaya karena gejala seperti tegangan dan arusnya sangat tinggi sehingga dapat mematikan , bahkan dari sambaran akan membawa arus kemana-mana. Tidak ada sistem proteksi petir 100 % efektif sehingga kerusakan tidak dapat hindari. Sistem grounding tidak bisa diharapkan untuk mencegah semua sambaran sepanjang waktu. Tidak ada peningkatan pengamanan yang dilakukan oleh sistem elektronik, tiang, tetap, perlengkapan kepala tiang. Perlindungan awak kapal tergantung lebih pada ikatan antara perlengkapan penghantar daripada sistem groundingnya .

Pemberitahuan hukum

Dokumen ini adalah milik Marine Lightning Protection Inc, Ini berisi informasi yang khusus dan eksklusif dan tidak akan dirilis secara keseluruhan atau sebagian kepada pihak ketiga tanpa persetujuan tertulis dari Marine Lightning Protection Inc. Ide dan konsep yang disajikan di sini dapat dilindungi oleh US Patent Nomor 6708638 di Amerika dan dunia internasional lainnya dan tidak dapat digunakan dalam praktek tanpa perjanjian Lisensi.



Spesifikasi teknis dalam dokumen ini didasarkan pada informasi yang terkandung dalam dokumen ilmiah , standar yang diterbitkan oleh NFPA , ABYC dan ISO dan perhitungan asli . Interpretasi yang dibuat dalam dokumen ini dibatasi oleh keadaan saat ini pengetahuan tentang proses alami destruktif petir , yang perilakunya tidak sepenuhnya bisa dipahami. Marine Lightning Protection (MLP) tidak bertanggung jawab terhadap setiap cedera pribadi , atau kerusakan harta benda lain dalam bentuk apapun , baik khusus , tidak langsung , konsekuensial atau kompensasi , langsung atau tidak langsung yang dihasilkan dari publikasi, penggunaan atau ketergantungan pada dokumen ini . MLP tidak membuat jaminan atau garansi untuk kelengkapan informasi yang dipublikasikan di sini .

Siapa saja yang menggunakan dokumen ini harus bergantung pada penilaian independen -nya atau , jika perlu, mencari nasihat dari seorang profesional yang kompeten dalam menentukan pelaksanaan sewajarnya dalam situasi tertentu . Spark mempromosikan elektroda yang dirancang untuk menyalurkan arus sebesar-besarnya untuk dapat melokalisasi pemanasan, daya ledak dan tegangan yang membahayakan . Oleh karena itu sewajarnya harus dilakukan dalam penggunaannya. Tidak ada jaminan yang diberikan atau tersirat sehubungan dengan penggunaan elektroda ini .

Contoh permasalahan

Dua studi kasus berikut ini menunjukkan:

a. Ketidakefektifan permukaan landasan tunggal.

b. Dalam kasus kedua:

- Kerangka baja itu sebagai landasan ballast kapal ;
- area landasan adalah jauh melebihi dari 1ft^2 ;
- terjadi sambaran;
- para sambaran meniup lubang di lambung kapal di permukaan air .

Aliran arus melalui landasan kapal

Pengamatan, pemilik perahu layar ini membuat pengamatan pada Gambar 11.12. Bagian bawah tiang terhubung ke baut kapal. Fitur menarik dalam hal ini adalah :

a. Lubang-lubang di ballast menunjukkan bahwa arus mengalir keluar dari kapal.
b. Dua sambaran menyebabkan lubang yang terbentuk melalui lambung depan dan belakang .
c. Asal-usul masing-masing sambaran adalah membekas.
d. Kedua sambaran terhubung melalui penghantar pusat.

Kasus ini menunjukkan faktor resiko yang terkait dengan : ujung berbekas, biasanya bentuk rangkaian plat, penghantar elektrik yang terisolasi dan permukaan air.



Gambar 11.13.: Petir merusak landasan perahu di air tawar

Kemungkinan solusinya adalah: landasan elektroda tambahan dekat permukaan air di sekitar umum backstay atau organizer dan forestay atau tangki air. Koneksi

ikatan antara buritan memanjang dan Al organizer. Potensi pemerataan (penyama) antara forestays dan tangki air.

Namun perlu dicatat bahwa pemerataan oleh pengikatan tidak mungkin untuk tangki air. Aliran arus menghindari dengan landasan perangkat pemberat. Pengamatan, timah pemberat dalam kasus ini terhubung melilit konduktor saluran kebawah di samping rangkaian palt .

Pemilik melaporkan gejala yang sama lubang di permukaan air .



Gambar 11.14.: Petir merusak landasan perahu pada air tawar

Dari catatan khusus pengamatan sesuai dengan gambar 11.13 yaitu:

a. Tidak ada indikasi bahwa arus mengalir dari keel.
b. Konduktor bawah memicu sambaran.
c. Lubang-lubang berada di permukaan air.



Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan :

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

---

1. Yang menjadi pertimbangan pemasangan penangkal petir adalah ….
    a. Sifat, fungsi dan kondisi bangunan.
    b. Sifat, fungsi dan sistem bangunan.
    c. Sifat, system dan kondisi bangunan.
    d. Sifat, fungsi dan kondisi bangunan.
    e. Sifat, fungsi dan kondisi bangunan.
2. Penangkal petir mempunyai beberapa bagian penting yaitu ….
    a. Kabel, terminal ikatan pengaman dan terminal grounding
    b. Kabel, kawat, dan terminal grounding
    c. Kabel, kawat, terminal ikatan pengaman dan elektrode
    d. Kabel, kawat, terminal ikatan pengaman dan terminal grounding
    e. Terminal udara (spit), kawat, terminal ikatan pengaman dan terminal grounding.
3. Apakah gunanya penangkal petir ….
    a. Memenuhi persyaratan kapal
    b. Mengamankan sambaran petir
    c. Menyalurkan aliran arus kedalam air
    d. Memperbesar impedansi jaringan
    e. Penyama tegangan.
4. Apakah gunanya electrode yang dipasang pada kapal ….
    a. Sebagai pengontak ke air sehingga energy akan hilang di air
    b. Dipasang pada lambung kapal



c. Memperkecil impedansi jaringan

d. Menyalurkan arus ke lambung

e. Mengurangi gangguan lain.

5. Apa yang saudara ketahui tentang macam sambungan elektrode….

a. Siedarc, parallel dan stainless

b. Siedarc, tegak lurus dan stainless

c. tegak lurus, parallel dan stainless

d. tegak lurus, parallel dan Siedarc

e. tegak lurus, parallel dan faradays

Tugas:

1. Ceritakan kembali peristiwa sambaran petir yang pernah saudara saksikan atau bekas sambaran petir disekitar tempat tinggal atau ditempat lainnya.
2. Amati penangkal petir yang saudara lihat di sekolah atau tempat lain dengan menggambar sket sederhana.
3. Pernahkan saudara lihat penangkal petir yang dipasang dikapal laut? Dimanakah posisinya?.



Pembelajaran 5

Pencarian kesalahan

Kegiatan 12.

Prosedur

Tugas pemahaman pengetahuan: setelah menyelesaikan tugas ini, saudara dapat:

1) jalan modern troubleshooting pada kapal.
2) menemukan cara.
3) lampu penerangan
4) alternator penggerak mesin

Cara modern troubleshooting pada kapal

Cara mengatasi masalah kelistrikan dan masalah elektronik kapal akan sedikit diperkenalkan dibawah terutama bagi teknisi atau pemilik kapal dengan beberapa peralatan baru untuk mengatasi masalah sistem listrik. Dengan peralatan ini, beberapa teknik tradisional yang diterapkan selama bertahun-tahun pada kelistrikan kapal sekarang dapat diubah atau diperbaiki jauh lebih praktis dan modern. Perlengkapan baru ini telah disiapkan informasi yang lebih lengkap, akurat sehingga banyak langkah-langkah pemecahan masalah cara tradisional dapat dihilangkan sama sekali. Mikroprosesor dalam perangkat baru telah menyederhanakan diagnosa yang digunakan untuk beberapa langkah dan memerlukan tenaga kerja dengan telaten. Karena banyak informasi dengan berbagai hal penting dan baru bagi praktisi kapal, tampaknya perlu disusun pertama-tama kita melihat beberapa masalah umum berkaitan dengan sistem listrik dan elektronik dan kemudian mencari solusi untuk masalah ini. Alih-alih menggunakan alat tradisional dalam pemecahan masalah listrik, namun kita akan

mengidentifikasi kebutuhan peralatan baru yang mengarah pada gambaran akan bagaimana cara peralatan baru digunakan.

Tujuan tema ini adalah untuk meningkatkan keterampilan bagi siapa saja, tingkat berikutnya bagaimana mendiagnostik dengan menggunakan peralatan dan teknik terbaru. Jika kita kembali pada profesi kelistrikan kapal yang profesional pasti membutuhkan keterampilan ini karena kapal terus berkembang terutama bidang listrik dan atau elektronikanya menjadi semakin ajaib dan lebih kompleks. Dan jika kita kembali sebagai pemilik perahu canggih, belajar menggunakan peralatan ini akan sangat mempermudah pemeliharaan ketika saat mendiagnosa masalah secara cepat walaupun dengan keahlian listrik yang terbatas. Peralatan benar-benar akan melakukan sebagian besar pekerjaan detektif untuk kita. Bagian tugas penting bagi kita yaitu pemahaman dan penerapan data yang dihasilkan oleh peralatan sehingga dapat memberikan wawasan yang jauh lebih besar ke dalam.
Bagi siapa saja yang bekerja pada kapal yang dilengkapi dengan sistem kelistrikan maupun elektronik yang kompleks, maka perhitungan biaya untuk pemeliharaan akan menjadi efisien. Oleh karena itu kita dengan mudah dan cepat dapat melakukan penghematan waktu dan peningkatan efektifitas metode pemecahan masalah yang selama ini menggunakan cara konvesional sehingga butuh waktu lama.

Adapun perangkat yang lebih mahal dapat juga menghasilkan pengembalian modal yang relatif cepat bagi para profesional, sementara beberapa sistem kerja amatir membawa resiko biaya jutaan rupiah. Perangkat ini tidak memiliki kesulitan untuk aplikasi atau penggunaan yang praktis tetapi juga sangat mampu membantu menemukan permasalahan yang kompleks dan berkualitas tinggi. Untuk membantu membangun toolbox berteknologi tinggi, telah kita sertakan beberapa instrumen dengan deskripsi yang luas dari instrumen tertentu untuk menunjukkan fungsi dan operasi dasar kelas peralatan.

Penggunaan instrumen ini bukanlah suatu dukungan untuk merek tertentu, tetapi instrumen dari produsen lain dapat menawarkan fungsionalitas yang sebanding



atau lebih unggul dari yang digunakan di sini. Jika kita perlu mempertimbangkan pembelian sebuah peralatan khusus, hati-hati dengan faktor berikut: harga, layanan, syarat garansi, ketersediaan spare part serta kebutuhan spesifikasi fungsi instrumen dan kemampuannya.

> Perhatian:
>
> Sirkit a.c. berbahaya !
>
> Bahaya sengatan listrik. Jika tidak berpengalaman dan tidak biasa bekerja disekitar peralatan a.c., panggilah ahlinya.

Menemukan cara

Bagian 1, masalah sistem kelistrikan:

- Mengidentifikasi metode baru untuk mengatasi masalah sirkit listrik (termasuk starting mesin, sistem baterei dan distribusi a.c. serta sistem pengisian d.c.).
- Memperkenalkan instrumen uji mungkin sebelumnya belum melihat, seperti reflectometer domain waktu, megaohmmeter dan ampermeter-jepit serta menjelaskan kemampuan dan aplikasinya.
- Menyediakan petunjuk langkah demi-langkah dengan disertai foto tentang cara menggunakan instrumen ini dan menerapkan hasil.
- Menjelaskan pentingnya sistem grounding dari berbagai perspektif fungsi peralatan, pencegahan shock, minimalisasi korosi dan perlindungan petir.

Bagian 2, instalasi elektronik dan pemecahan masalah:

- Hubungan addres antara sistem listrik dan elektronik perkapalan.
- Mengamati faktor-faktor yang mempengaruhi instalasi berbagai fungsi peralatan elektronik dan memberitahu bagaimana mengantisipasi dan menghindari masalah sebelum membuat lubang dan memasang kabel.



- Memberikan perhatian khusus untuk antena dan kabel koaksial, karena perangkat ini sangat penting fungsinya.
- Memperkenalkan terminasi ujung kabel kapal, sistem jaringan dan memberikan gambaran apa yang diharapkan dalam waktu dekat.

Mari kita mulai, kemudian mendiskusikan tentang jenis sirkit listrik pada kapal modern dan bagaimana memecahkan masalah dengan cara modern juga.

Permasalahan kelistrikan dibanding dengan elektronik

Sampai hari ini yang disebut tipe perahu modern apakah yang bertenaga listrik atau dengan layar yang memungkinkan memiliki potensi berbagai macam sirkit dan perlengkapan peralatan berikut:

- Pengisi daya baterai a.c.
- Jangkar mesin kerek
- Sistem audio
- Pompa lambung kapal dan blower
- Haluan atau buritan pendorong
- Dapur listrik (kompor dan oven)
- Sistem sanitasi
- Pembangkit listrik
- Derek listrik
- Sirkit pengisian pengendali mesin
- Instrumentasi mesin
- Rangkaian starting mesin
- Pemanas air
- Inverter
- Pencahayaan, termasuk lampu navigasi dan penerangan umum navigasi serta komunikasi elektronik
- Televisi
- memangkas tab (trims tab)

- pendingin dan sistem pendingin udara
- transformator daya (transformator isolasi) dan generator a.c.



Gambar 12.1.: (a) Tanpa trims tab dan (b) dengan trims tab

Trim tab adalah permukaan kecil yang terhubung dengan trailing edge (sisi ekor) dari permukaan kontrol yang lebih besar pada kapal atau pesawat udara yang digunakan untuk mengontrol trim dari kontrol, untuk melawan hidro-atau gaya aerodinamik dan menstabilkan perahu atau pesawat udara dalam sikap tertentu yang diinginkan tanpa perlu bagi operator untuk terus memakai kekuatan kontrol.

Semua perangkat ini dapat dibagi menjadi dua kategori besar: sistem listrik, yang meliputi hal-hal seperti layanan pasokan daya dasar atau sirkit cahaya pada navigasi dan rangkaian elektronik yang secara umum dapat mengkategorikan rangkaian distribusi data seperti pada penerima GPS dan autopilot.Karakteristik umum dari perangkat ini adalah bahwa mereka semua memiliki sumber daya baik a.c. atau d.c. serta jalur untuk media arus listrik.

Sehingga mau tidak mau pada beberapa titik selama layanan operasi, perlu dilakukan perwatan, diperbaiki, ditingkatkan atau diganti. Selain itu beberapa faktor berlaku untuk semua perangkat, sehingga cocok untuk mengatur kedalam kategori seperti tercantum di bawah ini:
1 . Sistem listrik

- sirkit motor dengan amper tinggi

- rangkaian motor arus rendah
- alternator pengendali mesin
- sirkit pencahayaan
- instrumentasi mesin
- beban resistif a.c. (elemen pemanas)
- pengisi daya baterai dan inverter
- sumber listrik a.c.

2 . Elektronik

- peralatan komunikasi
- bantuan navigasi
- perangkat hiburan

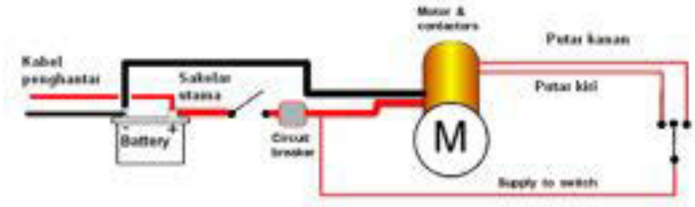
Dengan menggunakan kategori ini flow chart dapat dipakai untuk identifikasi beberapa masalah umum, peralatan atau instrumen yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut langkah-demi-selangkah dengan prosedur pengujian umum. Untuk perbandingan, pemecahan masalah dengan metode lama dibanding dengan metode baru dilihat lebih besar efisiensi dan efektivitasnya. Akhirnya, setiap flowchart memberikan referensi cepat dan menawarkan informasi lebih rinci tentang instrumen dan penggunaan serta aplikasinya. Flowchart : Sistem kelistrikan

Rangkaian motor amper besar

Kategori pertama terdiri sirkit motor dengan arus besar. Kedua adalah sirkit dengan amper rendah dimana merupakan sisi rangkaian kontrol untuk keperluan mengaktifkan relai atau solenoid yang kemudian mengaktifkan sisi rangkaian utama (rangkaian daya) untuk menjalankan motor listrik. Contoh termasuk :

- starter motor
- jangkar mesin kerek
- pendorong
- Derek listrik





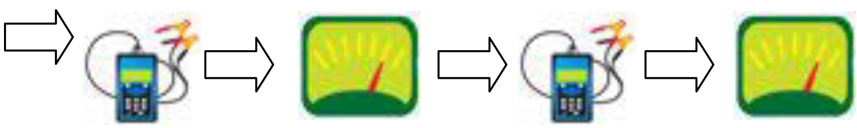
Gambar 12.2.: Rangkaian diagram motor d.c.

Prosedur pemecahan masalah diringkas pada flowchart sirkit motor amper rendah. Kategori ini meliputi sirkit motor AC dan DC dengan arus rendah:

- sistem pendingin (AC atau DC)
- pompa lambung kapal
- blower lambung kapal
- trims tab
- kepala listrik dan pompa macerator

Berbeda dengan sirkit untuk motor amper tinggi, sirkit motor yang rendah amper biasanya tidak memiliki rangkaian kontrol seperti pada rangkaian motor dengan amper tinggi hingga saat ini dan biasanya rangkaian disambung langsung pada pasokan atau power supply DC (meskipun sistem pendingin dapat didukung oleh AC atau DC atau keduanya).

Gejala



Methode baru:

Motor putar lambat atau motor tidak operasi	Cek sumber listrik menggunakan sebuah tester	Cek rangkaian control dan rangkaian utama dengan	Jika tegangan ada ukur tegangan jatuhnya	Jika tegangan batereinya gangguan ganti dengan

	baterai	atau tanpa sumber tegangan	lainnya

Methode lama:

Periksa sumber listrik pada multimeter, dilanjutkan dengan terminal baterai apakah dalam kondisi kondisi ultimate (puncak). Jika OK, menggunakan multimeter untuk melacak seluruh rangkaian, secara terpisah mengukur masing-masing kaki komponen atau sirkit, mencatat hasil pengukuran tegangan, dan menghitung drop tegangan apakah masih dalam batas dapat diijinkan.

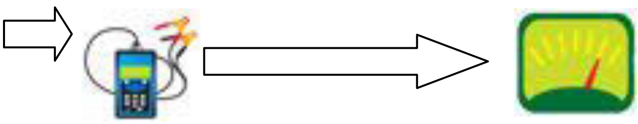
Masalah yang sering dihadapi pada sirkit meliputi kategori berikut ini:

- Tidak operasi pada saat saklar diaktifkan.
- Operasi motor abnormal lambat.
- Perangkat proteksi arus lebih (seperti sirkit breaker atau sekering) sering trip atau putus.

Prosedur pemecahan masalah diatas dapat diringkas pada alur diagram sebagai berikut:

Sirkit motor arus rendah (1)

Gejala



Methode baru:

Sakelar diaktifkan motor tidak operasi	Cek sumber listrik menggunakan sebuah tester	Masalahnya mungkin pengamannya trip. Ingat, perangkat ini trip karena suatu alasan,	Cek arus dengan tang-amper dan cek rating current

baterai	mengganti sekering atau pengaman reset pengaman mungkin tidak memecahkan masalah yang sesungguhnya.

Methode lama:
Untuk menentukan besarnya arus, hubungkan ammeter secara seri, dalam banyak kasus jika sirkit semakin besar arus awalnya maka diperlukan resistor yang dipasang paralel. Sementara itu jika langkah ini dilakukan, koneksinya memakan waktu yang cukup lama.

Sirkit motor arus rendah (2)

Gejala	Methode baru
Motor putarannya lambat	Dengan asumsi tidak ada masalah mekanis (seperti bantalan angker disita) atau padatan ekstrim situasi (seperti dalam kasus pompa macerator), ini mungkin masalah drop tegangan. Sebuah meter diagnostik akan menentukan hal ini dalam satu langkah mudah (Bab 2). Sebuah senapan panas inframerah (Bab 5) juga akan membantu di sini.
	Methode lama
	Melaksanakan pengukuran dengan multimeter langkah demi selangkah

Masalah pada rangkaian motor d.c. arus besar dapat dibagi seperti item di bawah :

1) Menarik arus awal besar, pada bow thruster terkecil sekitar 1500 W, akan setara dengan 125 amper pada tegangan 12 volt. Mungkin arus awal mengalir dua sampai tiga kali lebih besar dari arus normalnya.
2) Kebutuhan sakelar pembalik putaran dengan arus besar tersebut adalah cukup rumit.
3) Kebutuhan mutlak untuk meminimalkan tegangan jatuh antara baterai sampai ke motor membutuhkan persyaratan komponen yang komplek serta kabel dengan beaya tidak murah.



Gambar 12.3.: Motor pada buritan dan Bow thruster untuk bermanuver

Alternator penggerak mesin

Alternator penggerak mesin adalah perangkat unik dan mempunyai karakter yang baik dalam sifat listrik maupun fungsinya. Sehingga harus diperlakukan secara khusus. Kita dapat menganggap bahwa sisi mekanis alternator adalah berbentuk rangka, belt drive yang ketat dan alternator dipasang dengan aman pada mesin. Flowchart juga menganggap bahwa ini merupakan masalah baru yang sebelumnya semua sistem pengisian adalah dianggap baik. Ada beberapa hal gejala yang berkaitan dengan alternator yang perlu diperhatikan:



1) Undercharging adalah sebagai wujud kinerja baterai yang sangat lemah.
2) Pengisian yang berlebihan akan muncul sebagai salah satu bau yang tidak sedap pada kompartemen baterai, atau pada kasus pembengkakan baterai atau kadar elektrolit rendah (jika masalah terlalu lama pengisian). Dengan baterai disegel tentu saja ini tidak dapat memeriksa. Kita juga tidak bisa mengisi sesuai level. Jika sel baterai disegel gas akan kering, keadaan menjadi berbahaya. Sel akan dapat menjadi pendek dengan sendirinya, sehingga mengakibatkan busur didalam baterai dapat menyebabkan ledakan.
3) Noise elektronik yang dipancarkan dari alternator dapat mengganggu kinerja peralatan elektronik lainnya pada panel kontrol perahu. Prosedur pemecahan masalah dapat dilakukan seperti pada alur gambar diagram diatas.

Rangkaian lampu penerangan

Kategori ini mencakup semua sirkit pencahayaan, baik a.c. dan d.c. dengan daya pada masing-masing berbeda dengan pertimbangan pasokan untuk:

- lampu kabin
- lampu navigasi
- lampu kenyamanan

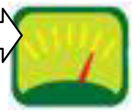


Gambar 12.4.: Pengukur **TDR (**Time Domain Reflectometer)

Sirkit cahaya adalah sederhana. Yang kita butuhkan adalah daya yang tersedia dari sumber dan bagian saluran ke tanahnya baik. Kekhawatiran utama adalah

kepastian kontinuitas dan tegangan sepanjang sirkit memadahi, terutama dalam kasus lampu navigasi yang diatur oleh US Coast Guard dan standar Amerika Boat dan Yacht Council (ABYC). Peralatannya sangat dasar (misal,multimeter) atau yang sangat canggih (misalnya, suatu domain waktu reflectometer, atau Time Domain Reflectometer TDR).

TDR hampir secara eksklusif dipakai pada pekerjaan semacam ini. Prosedur pemecahan masalah gangguan kinerjanya seperti pada diagram alur berikut.

Gejala				
Saat pengisian atau pengisian yang berlebihan.	Tentukan kondisi baterai dengan tester atau meter diagnostik. Dibutuhkan menghubungkan baterai ke sumber pengisian untuk mendapatkan keadaan yang memungkinkan tes akan valid.	Jika baterai sudah berfungsi, mencari beda tegangan dari posisi "No-Run" saat mesin berjalan pada idle (beban kososng).	Jika tidak ada beda tegangan, tetapi alternator tidak bertegangan. Mengapa ? Pastikan tegangan eksitasi sudah dipasok ke alternator: ukur kuat medan magnet di alternator saat mesin berjalan dibandingkan tidak berjalan. Gunakan gauss meter.	Tegangan diferensial antara "No-Run" dan "Run" seharusnya 0,5 sampai 2,5 volt. Lebih dari 2,5 V menunjukkan overcharge dan regulator tegangan rusak . Kurang dari 0,5 V (dengan alternator berjalan dan banyak beban DC hidup) mungkin

			Tidak ada satu tanda yang menunjukkan kesalahan rangkaian medan yang dipasokan atau regulator tegangannya rusak. Sebuah medan magnet yang terukur dan tidak ada tanda terjadinya beda tegangan kesalahan dalam alternator .	mengindikasikan alternator tidak normal, dalam hal ini sesuai indikasi upgrade. Jika output alternator sudah cukup untuk memenuhi permintaan , lakukan analisis beban DC supaya semua beban dapat beroperasi.
Methode baru				
	Tentukan tegangan rangkaian terbuka baterai untuk menentukan status pengisian. Jika rendah, pengisian baterai kurang dari 70% kondisi normal, kemudian lakukan tes berbeban. Jika tidak dapat akses ke beban karena kontaknya tidak baik, bersihkan mesin sehingga teratasi masalahnya, dan uji tegangan pada terminal saat pemutaran mesin dengan motor starter. Gunakan multimeter untuk menguji tegangan output dan gunakan ammeter untuk menguji arus keluaran.			
Methode lama				

Mesin Instrumentasi

Disini instrumentasi mesin telah dikelompokkan termasuk pengukur besaran

terkait sebagai berikut:

- voltmeter
- tachometer
- pengukur tekanan minyak
- pengukur bahan bakar
- pengukur suhu

Perangkat ini membutuhkan daya baterai untuk mengoperasikan, namun demikian peralatan ini sering juga bekerja pada prinsip dasar yang vareatif sesuai produk, misalnya pada kasus tachometer, alat juga menerima sinyal dari mesin. Jadi pada dasarnya, alat ini memiliki dua sisi sirkit: sisi daya dari baterei instrumen, dan unit masukan sisi pengirim. Prosedur pemecahan masalahnya diringkas seperti pada gambar diagram alur.

Alternator penggerak mesin (**2)**

Gejala	Methode baru
Suara elektronik terdengar dalam peralatan radio atau ditunjukkan dengan ratio signal-to-noise pada sistem Loran-C	Dengan alternator berjalan, uji emisi kebisingan menggunakan transistor radio pada skala bands AM dan FM kebisingan didepan ruang. Frekuensi kebisingan akan berubah secara proporsional dengan rpm mesin. Untuk memperbaiki hal ini mungkin memerlukan rombakan alternator atau menambahkan kapasitor-jenis filter pada output alternator.
	Methode lama
	Gunakan proses eliminasi: mematikan satu per satu bagian dari peralatan pada waktu menentukan sumber kebisingan.

Rangkaian penerangan (1) Rangkaian penerangan (2)

<table>
<tr><th>Gejala</th><th colspan="2">Methode baru</th><th>Gejala</th><th>Methode baru</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Tidak ada sinar atau sinar berkdip</td><td>Jika tidak bersinar, perikas sumber.Tentu cek lampu. TDR akan cocok sekali mengecek rangkaian total dengan cepat.</td><td>Jika lampu OK, TDR akan menindikasikan hubung singkat dan jika filamennya putus maka rangkaian akan terindikasi “open”</td><td>Lampu berpijar tetapi berkedip</td><td>Sebab tegangan turun. Gunakan diagnosis meter untuk meng-isolasi step satu. Perangkat panas infra merah mungkin akan menunjukan pada rngkaian penurunan tegangan yang berlebihan.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Methode lama</td><td colspan="2">Methode lama</td></tr>
<tr><td colspan="2">Gunakan multimeter untuk memeriksa kontinuitas melalui masing-masing kaki dari sirkuit.</td><td colspan="2">Gunakan multimeter untuk memeriksa kontinuitas melalui masing-masing kaki dari sirkuit.</td></tr>
</table>

Beban resistif a.c.

Kategori beban resistif a.c. mencakup:

- Pemanas air
- Oven
- Pemanas listrik ruangan

Peralatan listrik ini membutuhkan arus listrik cukup besar dan dapat menyebabkan masalah dengan waktu yang berlebihan. Kita dapat hemat cukup

besar sesuai dengan waktu troubleshooting dengan menggunakan peralatan diagnostik diatas.

Cek pemahaman knowledge

Ketika telah menjawab pertanyaan, bandingkan dengan jawaban dibagian belakang buku ini.

Catatan:

Lebih dari satu jawaban pilihan ganda kemungkinan benar.

1. Apa akibatnya bila seseorang melakukan pemeliharaan kelistrikan tetapi tidak mempunyai ketrampilan yang memadahi ….
   a. Menyelasaikan pekerjaan butuh waktu yang lama
   b. Memerlukan pengawas atau pembimbing
   c. Perlu pelatihan
   d. Berbahaya pada diri dan orang lain
   e. Berbahaya pada peralatan.
2. Untuk memudahkan pencarian kesalahan pada kelistrikan kapal perlu ….
   a. Memisahkan antara bagian listrik dan mekanik
   b. Memisahkan antara bagian mekanik dan elektronika
   c. Memisahkan antara bagian power dan kontrol
   d. Memisahkan antara bagian listrik dan pneumatik
   e. Memisahkan antara bagian listrik dan elektronika.
3. Bedanya rangkaian motor amper besar dengan motor dengan amper rendah ….
   a. Motor amper rendah memiliki rangkaian control
   b. Motor amper besar tidak memiliki rangkaian kontrol
   c. Motor daya besar tidak memiliki rangkaian control pengaman
   d. Motor daya kecil tidak memiliki rangkaian control pengaman
   e. Motor amper rendah tidak memiliki rangkaian control.
4. Apa gunanya motor yang dipasang pada speed boat ….



a. Bagian buritan sebagai pendorong saat bersandar menyamping
b. Bagian depan sebagai pendorong saat bersandar menyamping
c. Bagian buritan sebagai pendorong saat belok
d. Bagian depan sebagai pendorong saat bersandar menyamping
e. Bagian depan sebagai pendorong saat belok

5. Berikut alat pengukur yang dipakai untuk perlengkapan pemeliharaan ….
   a. voltmeter , tachometer, tekanan minyak dan isolasi hantaran
   b. voltmeter , tachometer, tekanan minyak, bahan bakar dan suhu
   c. voltmeter , isolasi hantaran, tekanan minyak, bahan bakar dan suhu
   d. voltmeter , , bahan bakar dan suhu
   e. voltmeter dan pengukur suhu.

Tugas:
1. Amati bedanya speed boat, kapal Ferry, kapal barang dan kapal niaga. 2. Apakah sumber penggerak kapal-kapal tersebut. 3. Bagian manakah dari kapal tersebut yang mudah mengalami gangguan?.



Kunci jawaban pilihan ganda

Kegiatan 1. Aturan dan standar produk

1. d
2. a
3. a, b
4. b, c
5. d
6. d
7. d
8. c
9. a, b
10. b, c, d.

Kegiatan 2. Sistem jaringan bangunan dan sistem pembebanan

1. d
2. a
3. c
4. b
5. c
6. d
7. b
8. a
9. b



Kegiatan 3. Teknik pemasangan saluran kabel

1. c
2. d
3. b
4. c
5. d
6. b

Kegiatan 4. Instalasi dan sistem alarm

1. b
2. a
3. c
4. c
5. e

Kegiatan 5. Inspeksi listrik

1. d
2. e
3. b
4. a
5. b



Kegiatan 6. Daya listrik dan sistem grounding

1. e
2. c
3. e
4. b
5. a

Kegiatan 7. Beban dan sistem pengendalian

1. a
2. d
3. b
4. e
5. b.c

Kegiatan 8. Penerangan dan perlindungan katodik

1. a
2. e
3. b
4. e
5. b
6. sampai nomor 10. Jawabannya ada pada teks 8.



Kegiatan 9. Tegangan menengah

1. c
2. d
3. a
4. d
5. d.
6. sampai nomor 10. Jawabannya ada pada teks 9.

Kegiatan 10. Standarisasi

1. c
2. b
3. d
4. d
5. a

Kegiatan 11. Penangkal petir dan elektrode kapal

1. a
2. e
3. c
4. a
5. c.

Kegiatan 12. Prosedur

1. d
2. e

3. e

4. d

5. b

Daftar Referensi:

1. Willem Maes, Marine Electrical Knowledge, Antwerp Maritim Academy, Belgia 2013.
2. Trevor Linsley, Basic Electrical Installation Work, Fifth Edition, Elsevier Ltd. 2008.



3. Brian Scaddan, Electrical Installation Work,6th ed. Elsevier Ltd.,Italy, 2008.
4. Kimberly Keller, Electrical Safety Code Manual, Elsevier Inc.,USA,2010.
5. Trevor Linsley, Advance Electrical Installation Work, Sixth Edition, Elsevier, Ltd.Italy, 2008.
6. John Wiley, Handbook of International Electrical Safety Practices, Scriverner Publishing LLC, Canada, 2010.
7. ICA, Power Cables & Wires Technical Manual, IIEE Philippines Inc.2010
8. John Cadick, Electrical Safety Handbook, Third Edition, McGraw-Hill, 2006.
9. Ben L. Evridge, Practical Boat Mechanics, McGraw-Hill, United States Act. 2009.
10. Anand Pillay, Terchnology and Safety Marine Systems, Elsevier, USA, 2003.
11. Mukund R. Patel, Shipboard Electrical Power System, Taylor & Francis Group, America, 2012.
12. Leslie Jackson, Reeds-8 General Engineering Knowledge for Marine Enginer, Adlard Coles Nautical, London, 2009.
13. Chris Ludlow, Trade of Electrician, Revision 7, Solas, Irlandia, 2013
14. Dennis T Hall, Practical Marine Electrical Knowledge, Witherby
15. Ed Sherman, Outboard Engines, McGraw-Hill,United State, 2009.
16. Germanischer Lloyd, Rules for Clssification and Construction, GL, Hamburg, 2013
17. Transport Canada, Ships Electrical Standards, Ottawa, 2008
18. Badan Standarisasi Nasional, PUIL 2000, Yayasan PUIL, 2002

